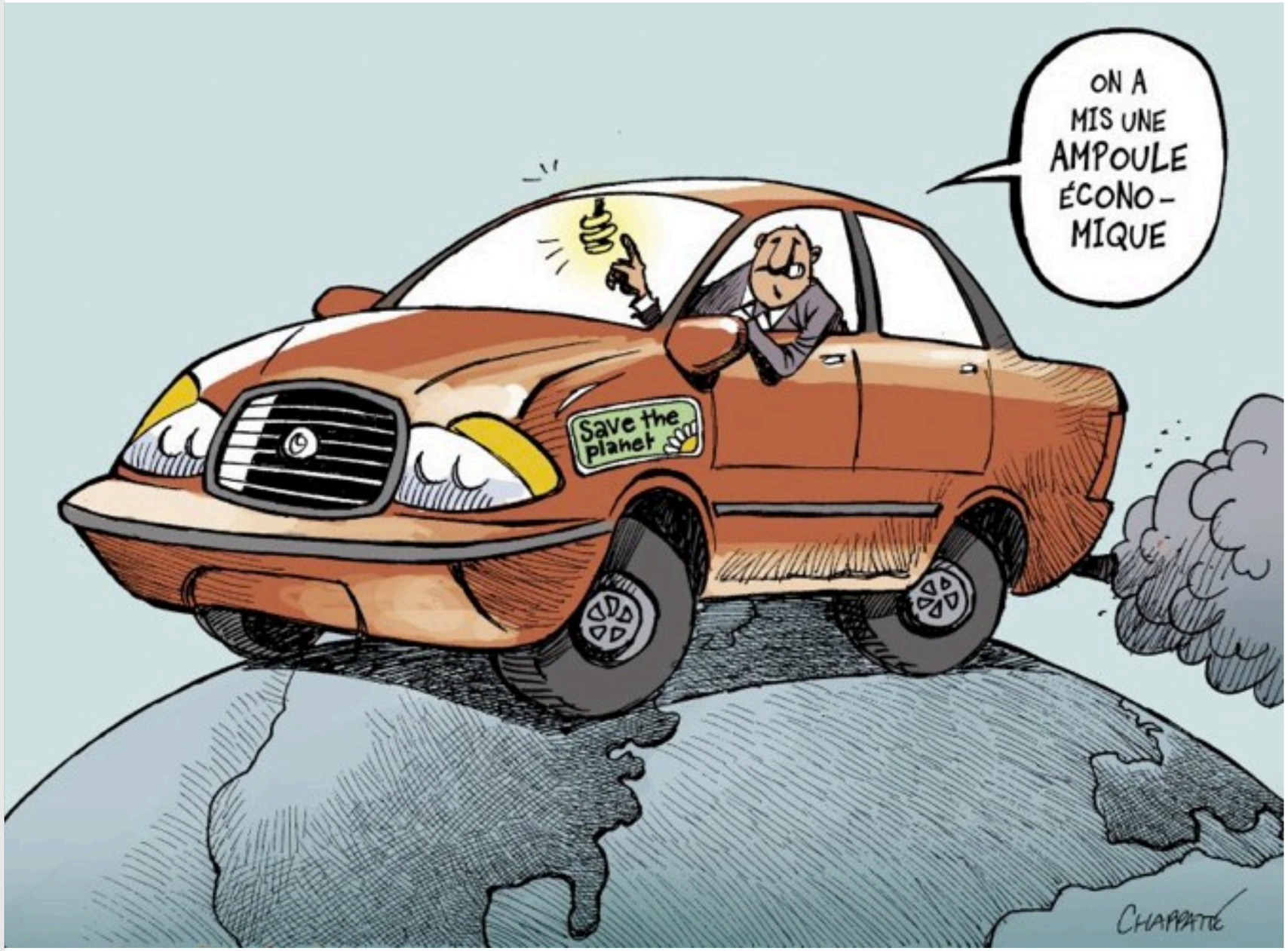
conferences-climat-energie.ch

Énergie et production d'électricité : Où allons-nous ?



© Chappatte 28 septembre 2009
www.globecartoon.com

Énergie et production d'électricité : Où allons-nous ?

mat-energie.ch
conferences-cli

Énergie, croissance et environnement : état des lieux succinct

1. énergies fossiles et rejets de CO_2
2. risques dûs à l'augmentation du CO_2 dans l'atmosphère
3. consommation de ressources et dégâts environnementaux
4. croissance et risques économiques
5. transition vers un développement soutenable

Production d'électricité : situation actuelle et future

6. situation mondiale
7. 2 mots sur l'évolution de la consommation d'énergie en Suisse de 1960 à aujourd'hui
8. rappel au sujet de la stratégie 2050
9. défis à relever dans la production d'électricité en Suisse
10. efficacité et sobriété font partie de la solution

Conclusion

1. Energies fossiles et rejets de CO_2

Aujourd'hui, notre économie s'appuie sur le pétrole et cela complique tout !
(consommation en 2017 : plus de 95 millions de barils par jour, soit 174'000 litres par seconde)

Interview d'Yves Mathieu, expert en réserves d'hydrocarbures et auteur de «Le dernier siècle du pétrole ?»

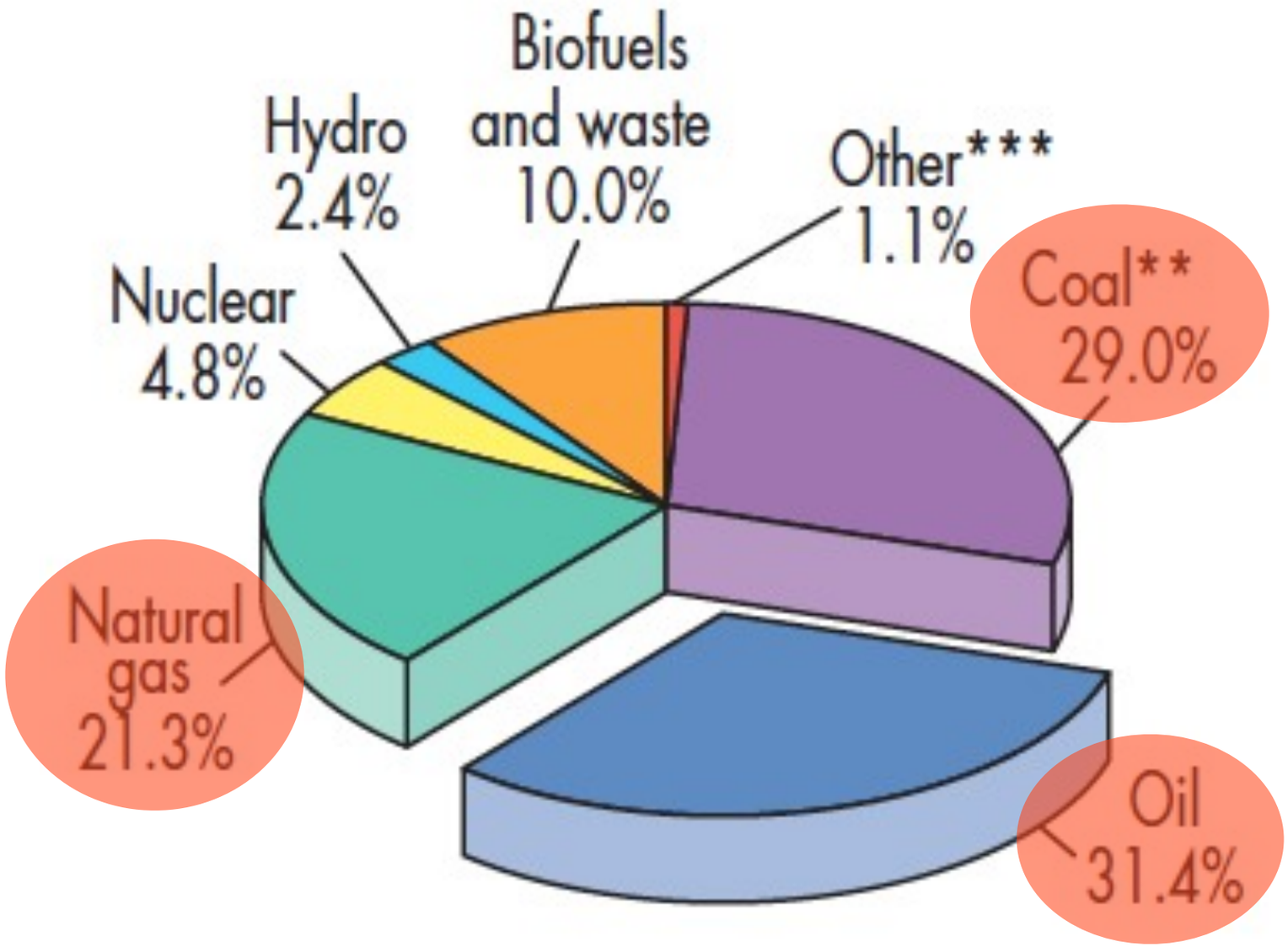
Extrait de «La tentation du schiste», un film de Hervé Nisic et Pierre Stoeber, produit par Serge Guez, Crescendo films - 2014

conferences-climat-energie.ch

conferences-climat-energie.ch

Consommation mondiale d'énergie

En 2014, l'énergie fossile représentait encore 81,7%
de la consommation mondiale d'énergie !

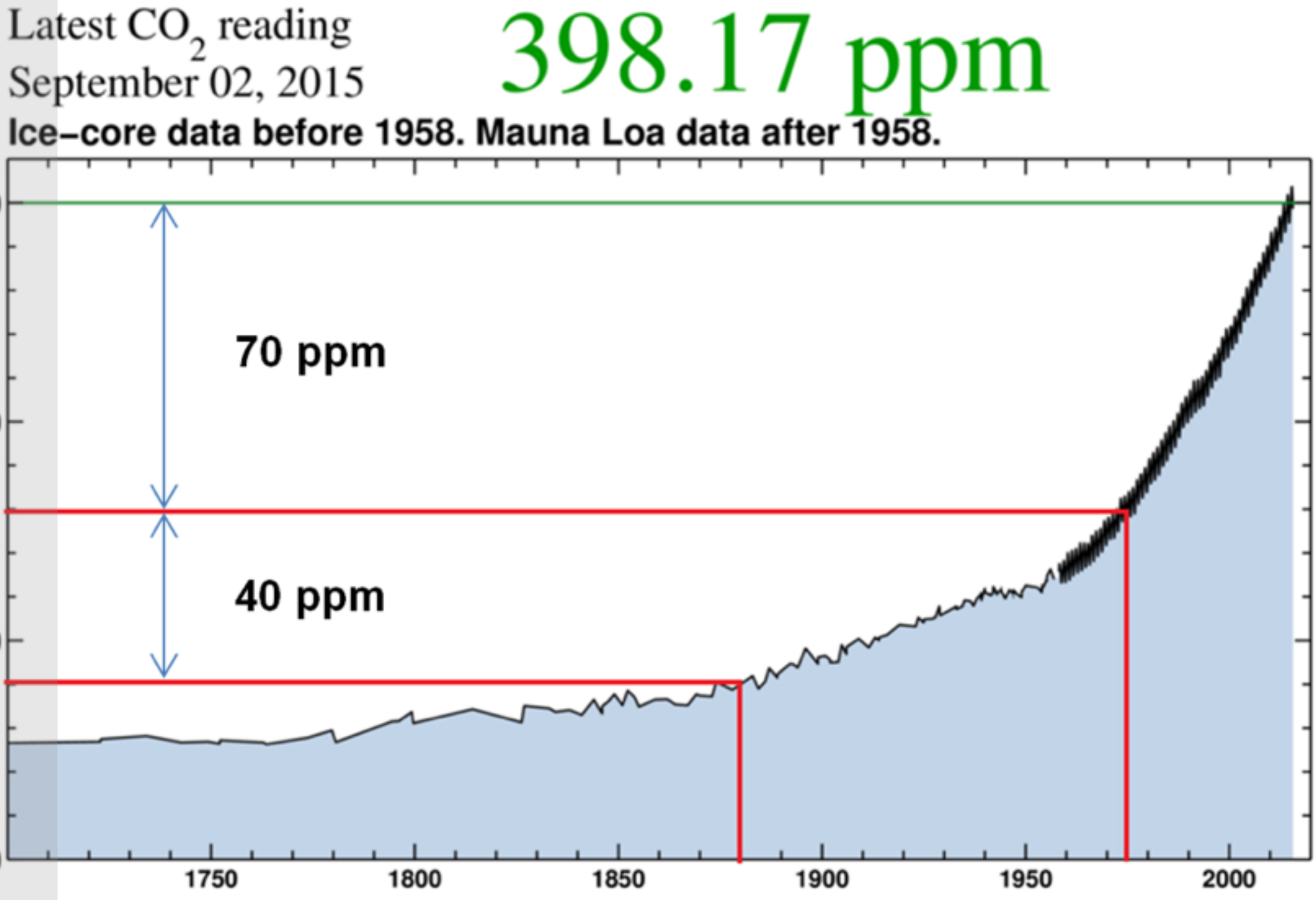


http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2014.pdf

https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf

Conséquence : Le CO_2 atmosphérique est en hausse rapide !
Et c'est un gaz à effet de serre !

conferences-climat-energie.ch



http://adrastia.org/wp-content/uploads/2015/09/CO2-1750-1880.3.png
http://adrastia.org/cop21-mission-impossible/

2. Risques dûs à l'augmentation du CO_2

- Un réchauffement planétaire par effet de serre
- Une acidification des océans par absorption de CO_2

Banquise antarctique
le 31 août 2016

Banquise antarctique
le 3 mars 2017

https://giphy.com/gifs/l4FGvnz3Bn4JKbSYU

© Chappatte www.globecartoon.com

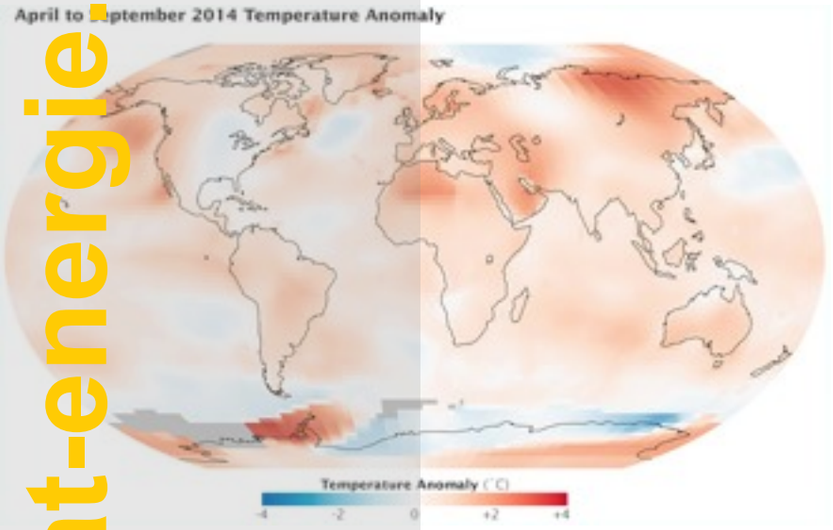
http://fr.euronews.com/2015/10/08/le-corail-blanchit-un-signal-d-alarme-pour-la-planete

conferences-climat-energie.ch

Les principaux risques dûs au réchauffement

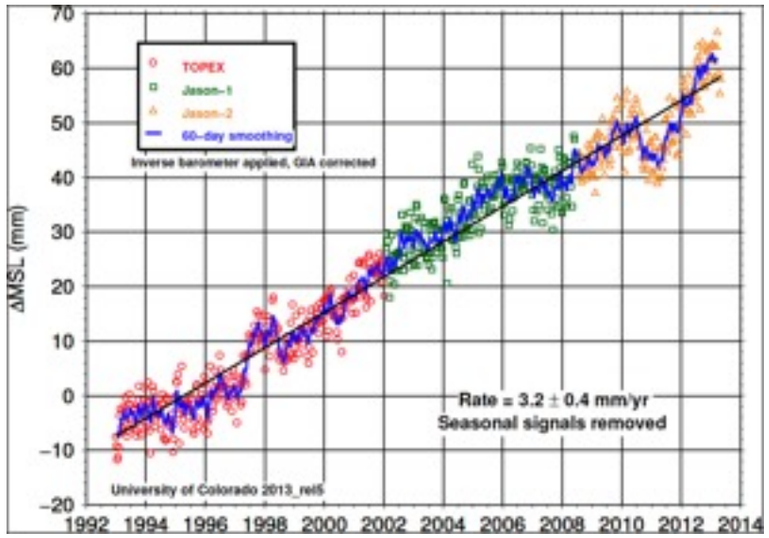
climat-energie.ch

La montée des températures



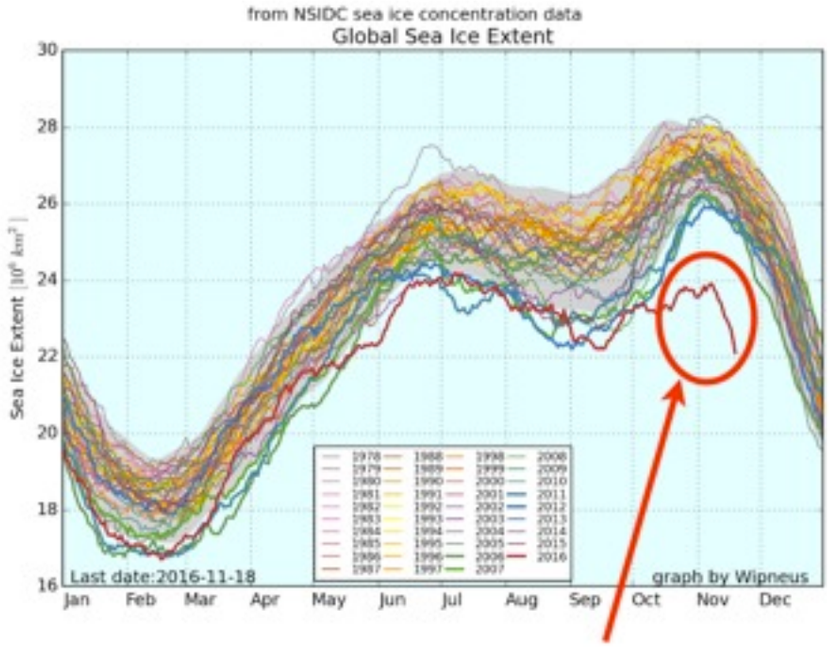
http://www.giss.nasa.gov/research/features/201410_gistemp/

La montée des eaux



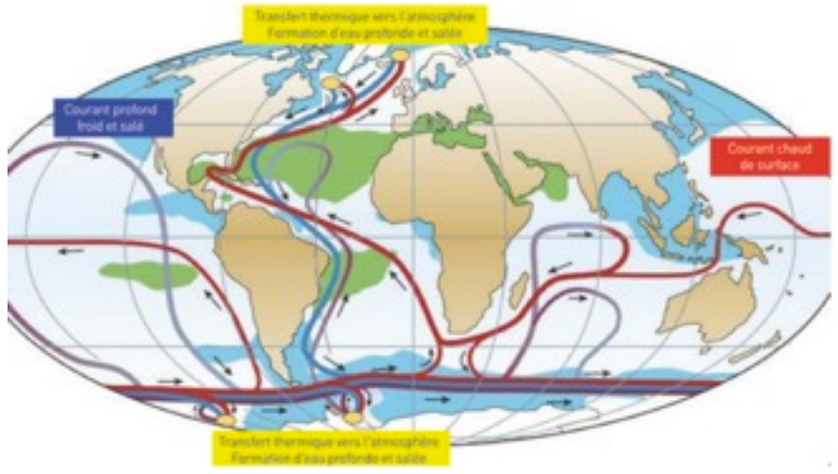
http://sealevel.colorado.edu/files/2013_rel5/sl_ns_global.pdf

Une débâcle des glaces polaires



http://dr-petrole-mr-carbone.com/fonte-des-banquises-ca-devisse/

et l'arrêt du Gulf Stream !



http://www.nature.com/articles/ncomms14375

Abrupt cooling over the North Atlantic in modern climate models

Giovanni Sgubin, Didier Swingedouw, Sybren Drijfhout, Yannick Mary & Amine Bennabi

Nature Communications (2017) 8
doi:10.1038/ncomms14375
Download Citation

Received: 09 September 2016
Accepted: 21 December 2016
Published online: 15 February 2017

L'augmentation des pluies violentes

www.i[illegible]r/activites/projets/protection-dalger-contre-les-catastrophes-naturelles

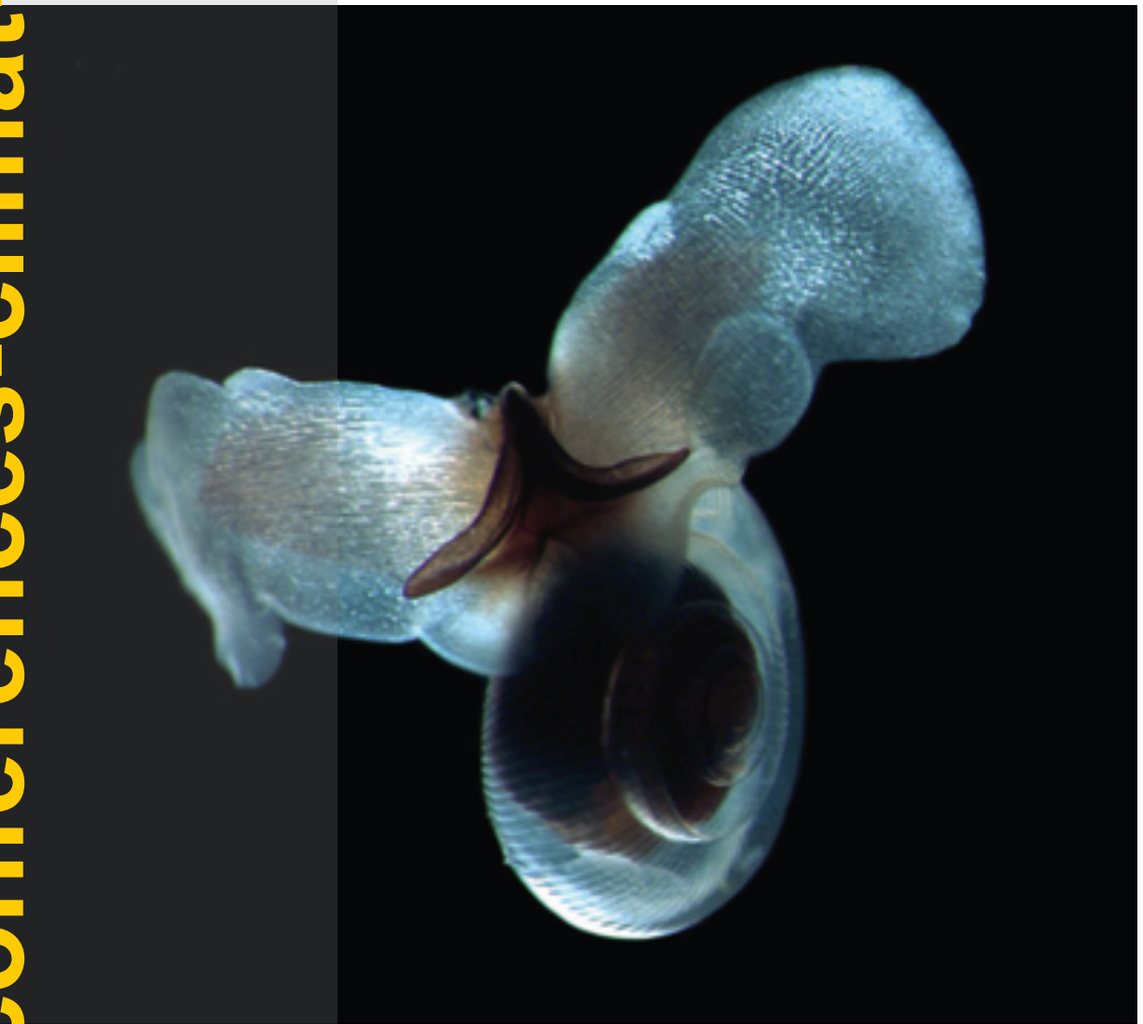
l'augmentation de la fréquence de phénomènes extrêmes (pluies violentes, sécheresses, tempêtes, canicules, etc…)

L’augmentation du CO_2 acidifie les océans

conferences-climat-energie.ch

Le CO_2, est absorbé par les eaux de surface et cela crée un déséquilibre chimique qui entraîne une acidification des eaux. Et l’acidité dérègle les processus de calcification.

Conséquence : mise en danger de l’escargot de mer : Limacina Helicina



http://fr.wikipedia.org/wiki/Limacina_helicina

Conséquence : mise en danger du corail d’eau froide : Lophelia Pertusa

http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/09lophelia/background/intro/media/scleractinian_600.jpg

conferences-climat-energie.ch

À propos de l’acidification : écoutons des spécialistes !

1’30’’

Interview du Dr Richard A. Feely, NOAA, Laboratoire océanographique, Etats-Unis
puis interview du Dr Carol Turley, Laboratoire océanographique de Plymouth, Royaume-Uni

Extraits du film Tipping Point de Laurence Jourdan et Nicolas Koutsikas ©2011

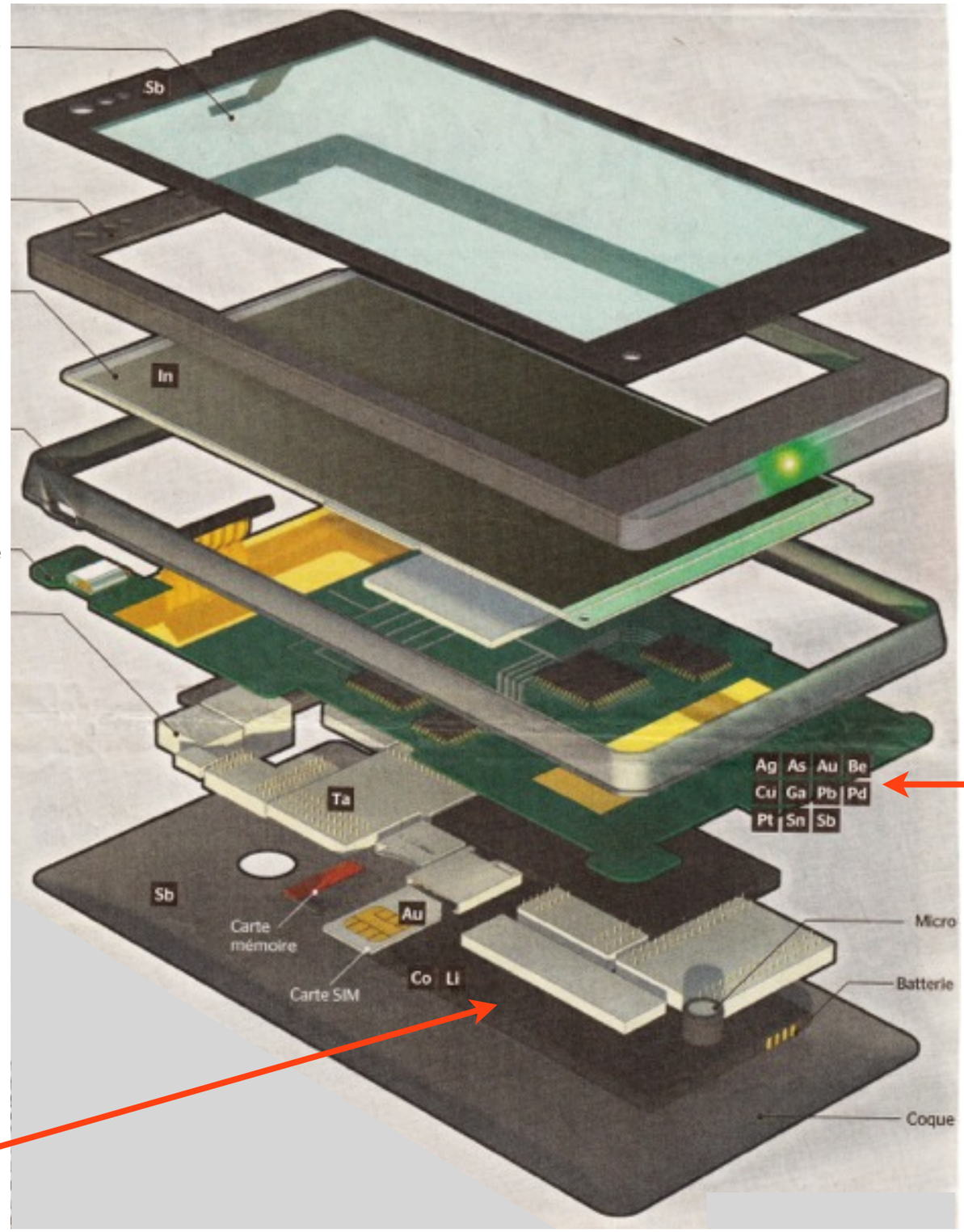
3. Consommation de ressources / dégâts environnementaux

56% de plastique, 25% de métaux, 16% de verre et céramiques, 3% autres matières

conferences-climat-energie.ch

Antimoine Sb : composition de polymères (Afrique du Sud, Chine)

Indium In : réserves très limitées (Chine, Canada, Pérou)



Tantale (Ta) : utilisé dans les condensateurs pour propriétés de résistance à la corrosion et propriétés conduction électricité et chaleur (entre autres : Congo)

Cobalt (Co) : composition des électrodes des piles lithium-ions (entre autres : Congo, Australie, Cuba, Nvelle-Calédonie)
Lithium (Li) : composition batterie (entre autres : Chili, Bolivie, USA, Argentine, Thibet)

Argent (Ag) : conducteurs électriques (Chine, Mexique Australie)
Arsenic (As) : allié au Plomb pour les soudures (entre autres Suède)
Or (Au) : conducteurs et connexions résistance à corrosion (entre autres Afrique du Sud)
Béryllium (Be) : contacts électriques, allié à Cu, Al, Ni, Fe pour améliorer la dureté, la solidité, la résistance aux températures et à la corrosion (USA)
Cuivre (Cu) : utilisé pour ses propriétés conductrices (entre autres : Chili, USA, Indonésie, Pérou)
Gallium (Ga) : allié au Plomb pour les soudures (entre autres Suède)
Plomb (Pb) : blindage électromagnétique (USA, Australie, Russie)
Palladium (Pd) : utilisé en alliage avec d'autres métaux pour ses propriétés électriques, sa ductilité et sa résistance à la corrosion (entre autres : Canada, Afrique du Sud, Russie)
Platine (Pt) : contacts à haute intensité, empêche la corrosion (entre autres : Canada, Afrique du Sud, Russie)
Etain (Sn) : utilisé sous forme d'alliage dans les circuits imprimés, substitut à l'Indium (entre autres : Australie, Malaisie)
Antimoine (Sb) : utilisé pour les soudures sans Plomb, entre dans la composition de polymères (Afrique du Sud, Chine)

Source : 24Heures du 17 mars 2015

Grâce au pétrole,
on creuse la Terre pour en retirer les minerais !

conferences-climat-energie.ch

http://www.topito.com/top-des-trous-et-crateres-les-plus-impressionants

http://www.miningmayhem.com/2011_10_01_archive.html

https://en.wikipedia.org/wiki/Komatsu_930E

Mine de cuivre à Bingham Canyon près de Salt Lake City USA :

- diamètre 4 km
- profondeur 1 km

Dégâts colatéraux dûs à l'extraction minière

conferences-climat-energie.ch

Le village roumain de Geamana a été sacrifié en 1978 pour créer un dépotoire à déchets toxiques de la mine de cuivre de Rosia Poieni dans les montagnes Apuseni.

http://www.zmescience.com/other/feature-post/geamana-village-romania-toxic/

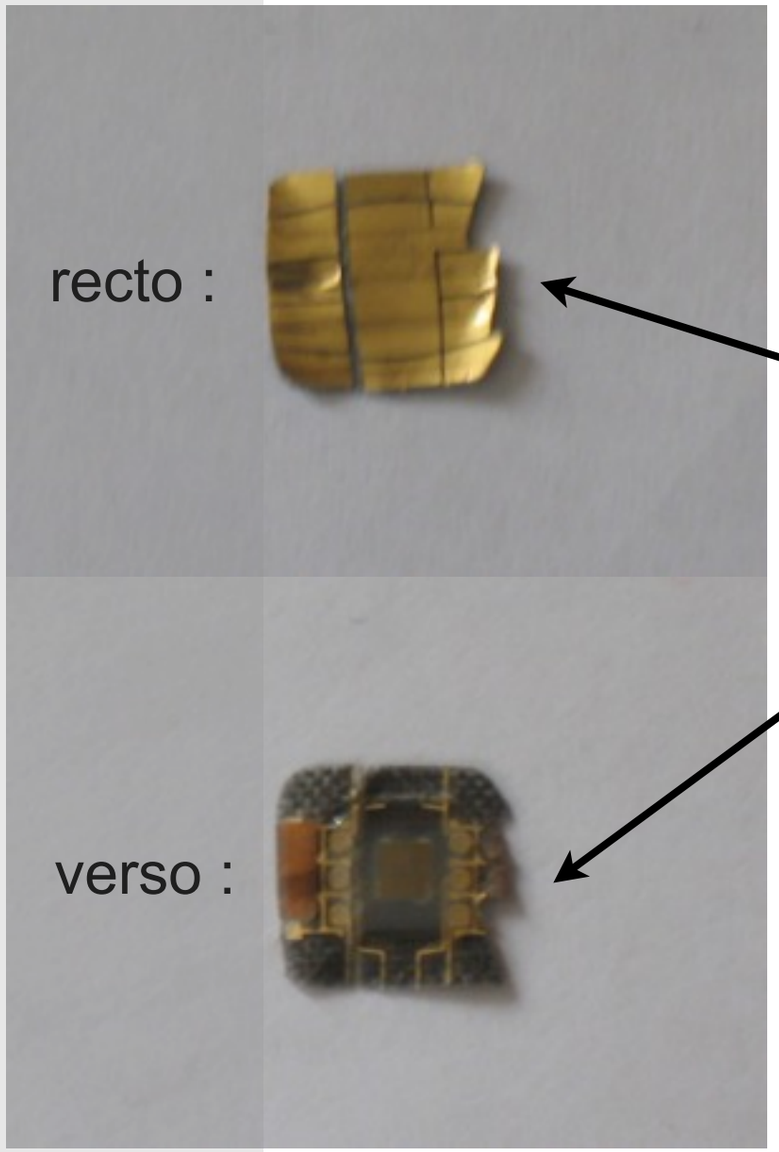
Le plus grand centre de production de terres rares se trouve en Chine, en Mongolie intérieure. Les minerais sont extraits du gisement minier de Bayan Obo.

http://ichef.bbci.co.uk/wwfeatures/wm/live/1280_640/images/live/p0/2n/9y/p02n9y28.jpg

Et nous gaspillons et dispersons beaucoup de métaux !

Nos cartes de crédit sont changées tous les 3 à 4 ans.

La plupart des anciennes cartes sont jetées dans les ordures et incinérées !!



photos J.-C. Keller

conferences-climat-energie.ch

conferences-climat-energie.ch

4. Croissance et risques économiques

À l'échelle mondiale,

nous sommes dans une impasse

non seulement climatique et énergétique,

mais aussi

extractiviste, productiviste et consumériste !

Philippe Bihouix
L'âge des Low Tech

conferences-climat-energie.ch

L’avis de Mikhaïl Gorbatchev …

1’20”

Extrait du film documentaire (2009) « Nous resterons sur Terre », d’Olivier Bourgeois et de Pierre Barougier

- **Mikhaïl Gorbatchev**, fondateur de la Green Cross, prix Nobel de la Paix 1990
- **Edgar Morin**, sociologue et philosophe français
- **Wangari Maathai**, fondatrice de Green Belt Movement, prix Nobel de la Paix 2004 (décédée en septembre 2011)

conferences-climat-energie.ch

Le risque d'effondrements biophysiques existe, avec un effondrement économique des secteurs concernés

Emmanuel Prados est chercheur à l'Inria et responsable de l'équipe projet Sustainability Transition, Environment, Economy and local Policy (STEEP).
Le 9 février 2017 à Grenoble, il a donné la conférence :
« Comprendre les phénomènes d'effondrement de sociétés. Quel avenir pour la nôtre ? »

2'15"

https://www.youtube.com/watch?v=1dgjIeR5DBY

conferences-climat-energie.ch

5. Transition vers un développement soutenable

Un développement soutenable est «un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs».

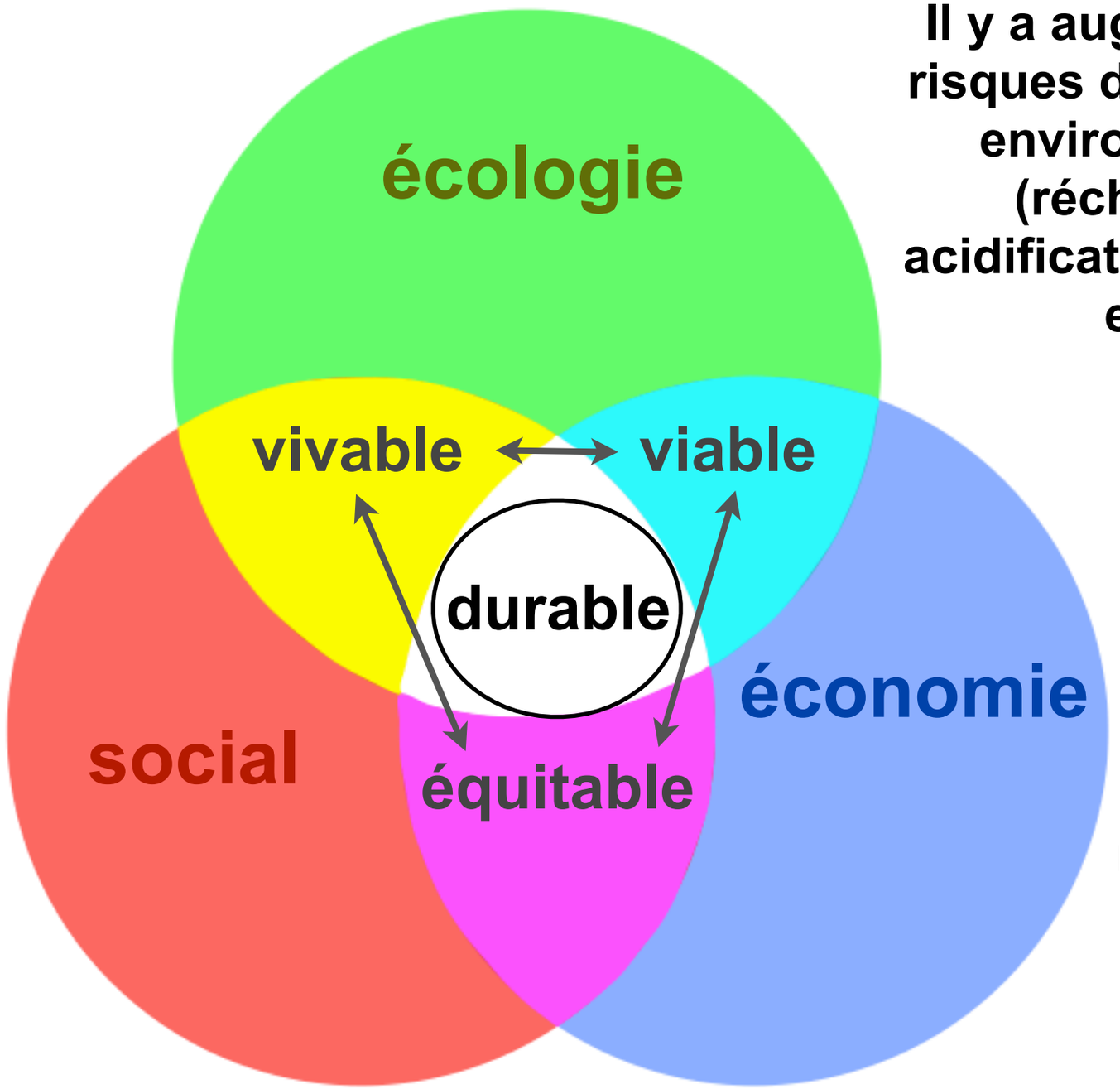
Cela implique qu'on ne mette pas en danger les systèmes naturels qui nous font vivre : l'atmosphère, l'eau, les sols et les êtres vivants.

extraits du livre de Dominique Bourg,
«Quel avenir pour le développement durable ?»
(éditions «Les Petites Pommes du Savoir»)

Ce développement doit tenir compte de 3 domaines (écologie, économie, social) !

conferences-climat-energie.ch

Il y a augmentation des risques de dérèglements environnementaux (réchauffement, acidification, montée des eaux …)



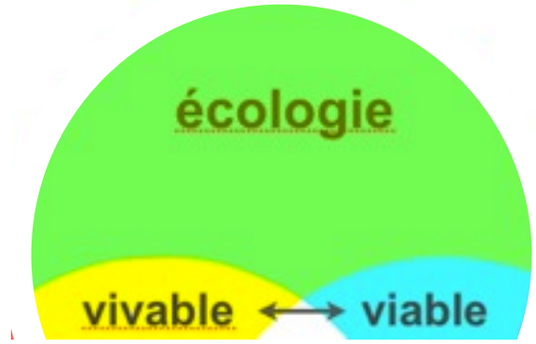
https://fr.wikipedia.org/wiki/Développement_durable

Il y a augmentation des risques de conflits sociaux (migrations, chômage, inégalités croissantes entre riches et pauvres …)

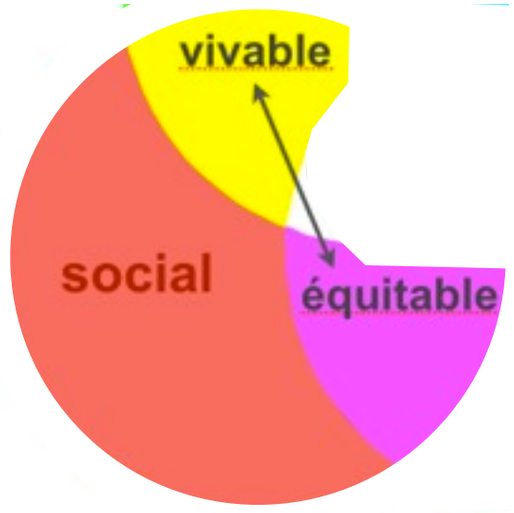
Il y a augmentation des risques économiques (raréfaction des ressources, crises monétaires, augmentation de la dette …)

9 axes prioritaires !

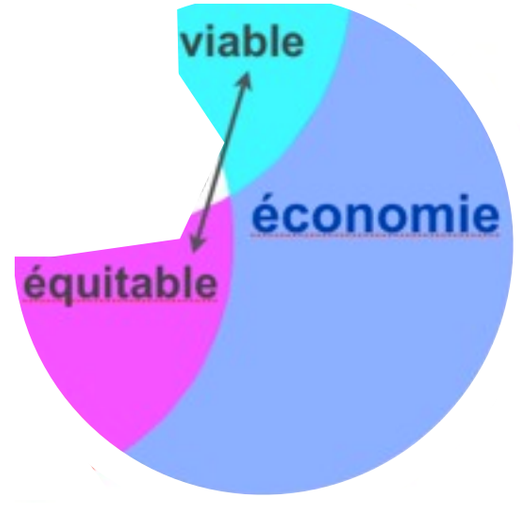
- Diminuer nos flux de matières et nos déchets
- Introduire l'écologie industrielle (déchets-ressources)
- Promouvoir le recyclage et une diminution de consommation
- …



- Prendre en compte la justice sociale (pollueur-payeur)
- Répartir les richesses (imposition-taxes-subventions)
- Appliquer le principe de précaution (préservation)
- …



- Parler des besoins et pas que de croissance
- Introduire une économie de fonctionnalité (usage ~~possession~~)
- Diminuer les différences nord-sud (aide au développement)
- …



conferences-climat-energie.ch

3 conditions *transversales* !

conferences-climat-energie.ch

<u>Pour nourrir la population</u> :

Il faut préserver les ressources d'eau potable et recourir à l'agroécologie, en utilisant :

- **moins d'antibiotiques et d'hormones** pour l'élevage,
- **moins d'intrants chimiques**,
- **moins d'engrais et de pesticides**

<u>Pour gérer nos activités et nos échanges</u> :

privilégier les **circuits locaux**

ou les circuits **les plus courts possibles** !

<u>Pour faire fonctionner le système</u> :

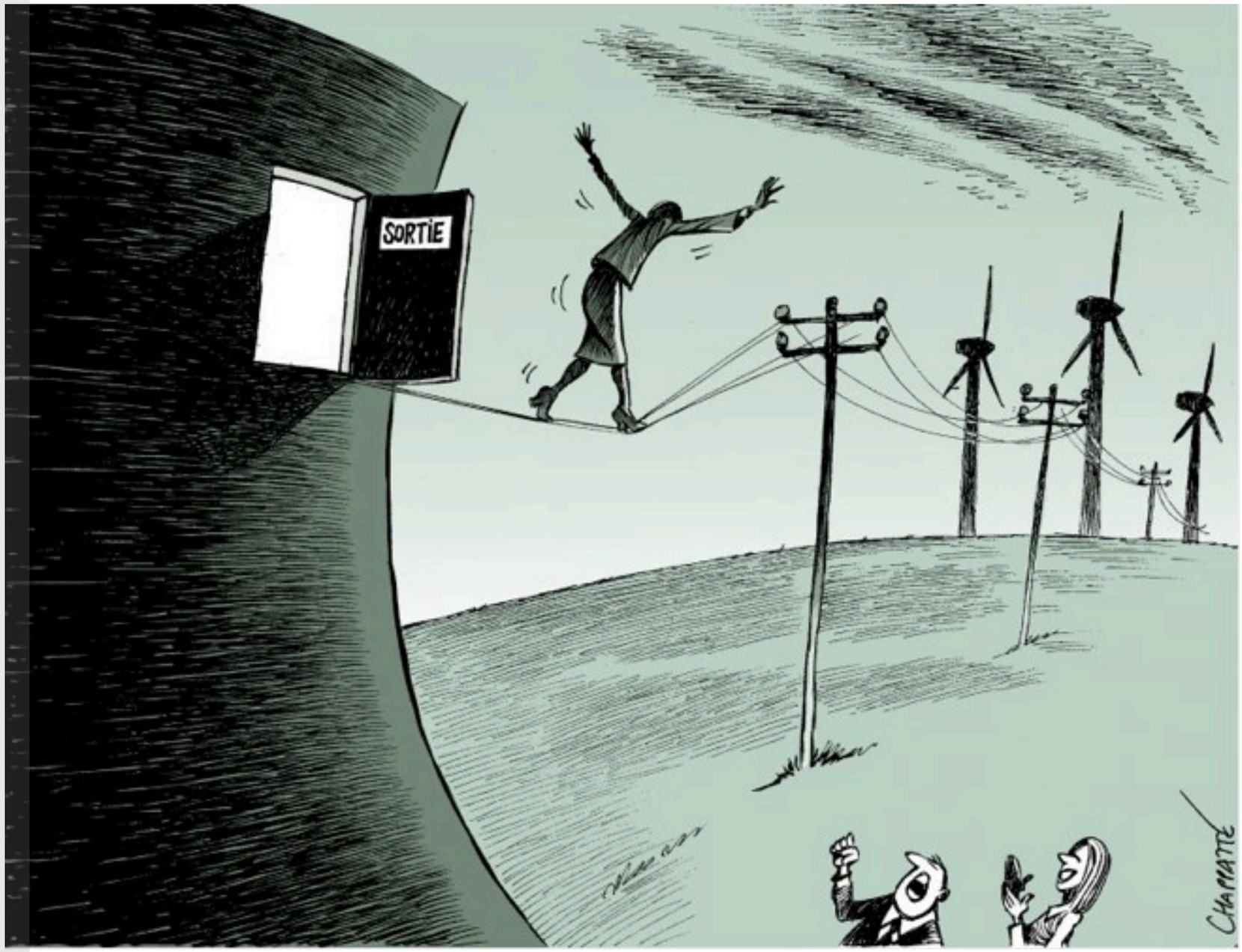
avoir une **consommation d'énergie plus sobre**

améliorer l'**efficacité énergétique** (maisons, appareils et moteurs)

Utiliser les **énergies renouvelables**

conferences-climat-energie.ch

Production d'électricité : situation actuelle et future



© Chappatte dans Le Temps (Suisse), 27 septembre 2012
www.globecartoon.com

conferences-climat-energie.ch

Mais avant de parler de l'électricité, un mot sur l'énergie en général et sur ses liens avec le PIB

2'50''

Jean-Marc Jancovici devant une commission du Sénat français, mercredi 17 décembre 2014

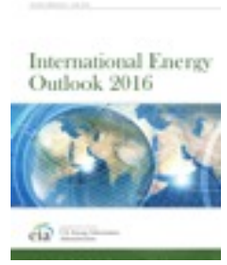
http://videos.senat.fr/video/videos/2014/video26270.html

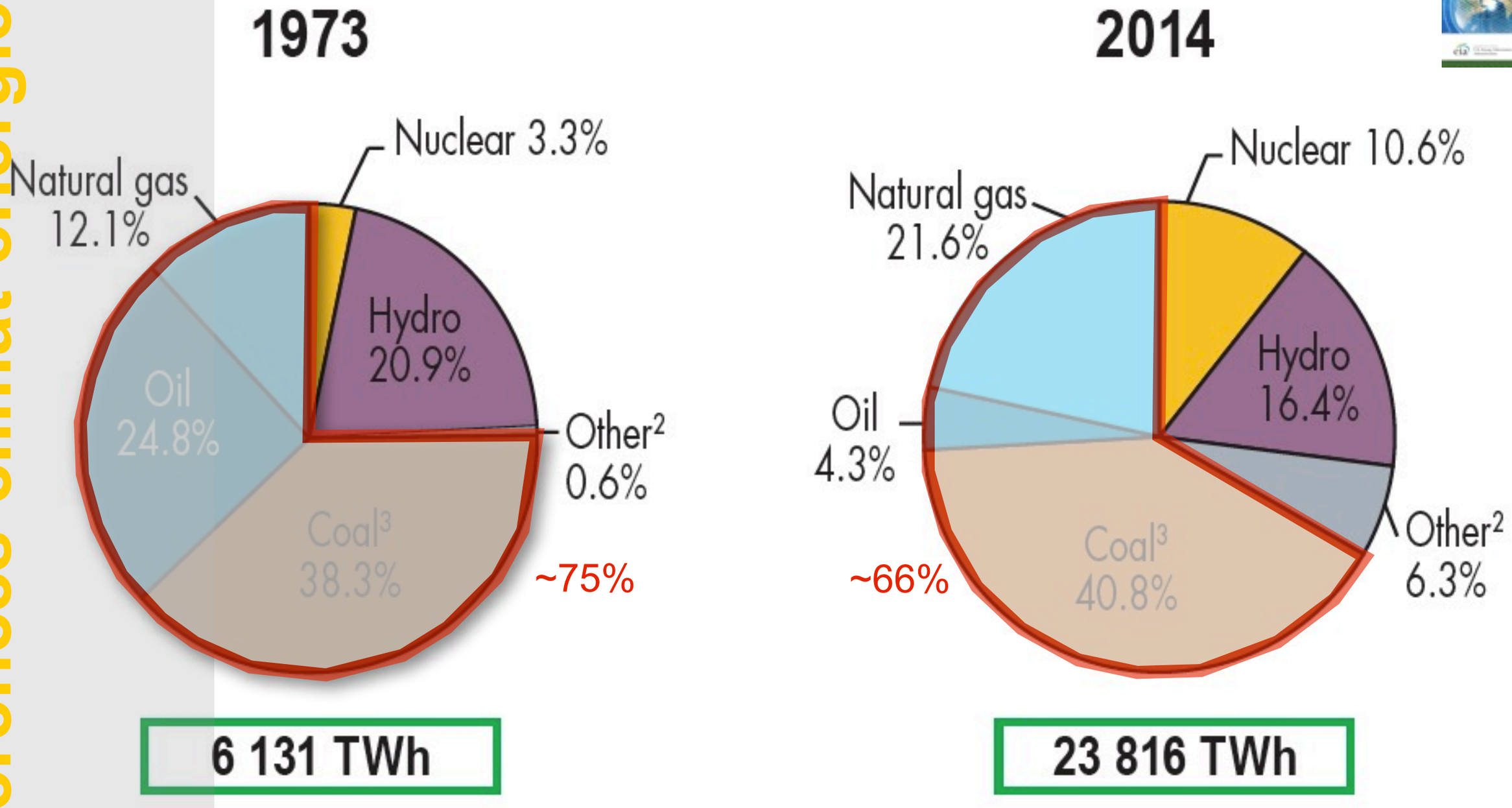
http://www.theshiftproject.org/fr/

conferences-climat-energie.ch

6. La production d'électricité dans le monde

L'évolution de la production de l'électricité **de 1973 à 2014** :





En 2014, cette production d'électricité consomme <u>environ 15 à 16%</u> des énergies primaires.

https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf

Prévision de la production d'électricité dans le monde

conferences-climat-energie.ch

Prévision de l'International Energy Outlook 2016 (EIA) **jusqu'en 2040**

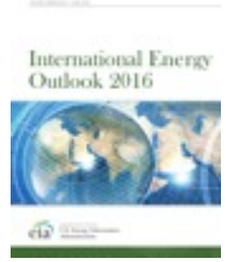
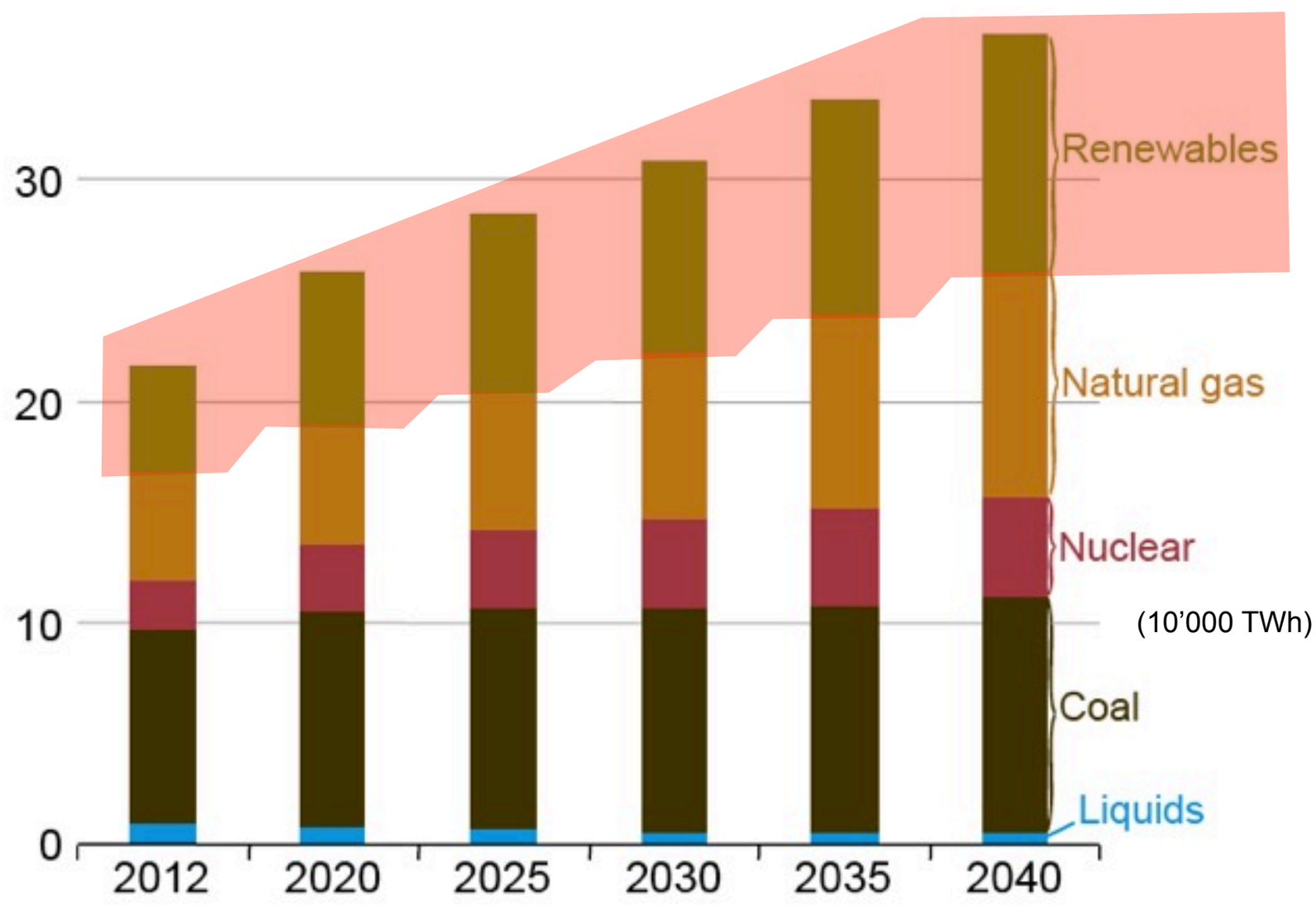


Figure 1-6. World net electricity generation by energy source, 2012–40 (trillion kilowatthours)

ici 1 trillion = 1'000 milliards

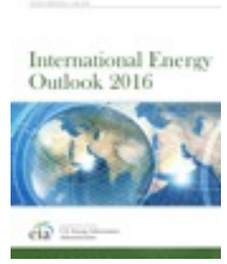


(10'000 TWh)

https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2016).pdf

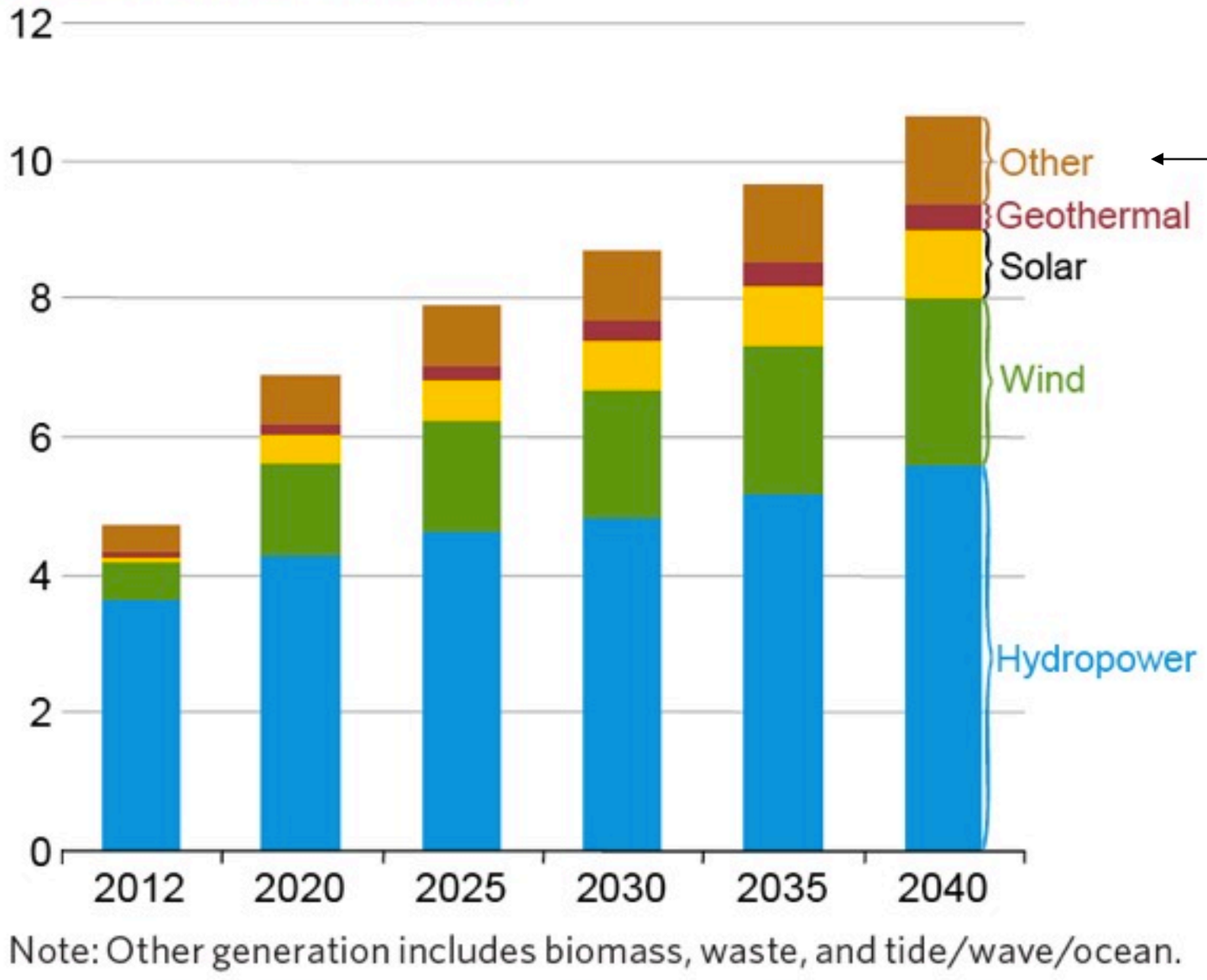
conferences-climat-energie.ch

Prévision de la production d'électricité dans le monde faite avec des énergies renouvelables



Prévision de l'International Energy Outlook 2016 (EIA) jusqu'en 2040

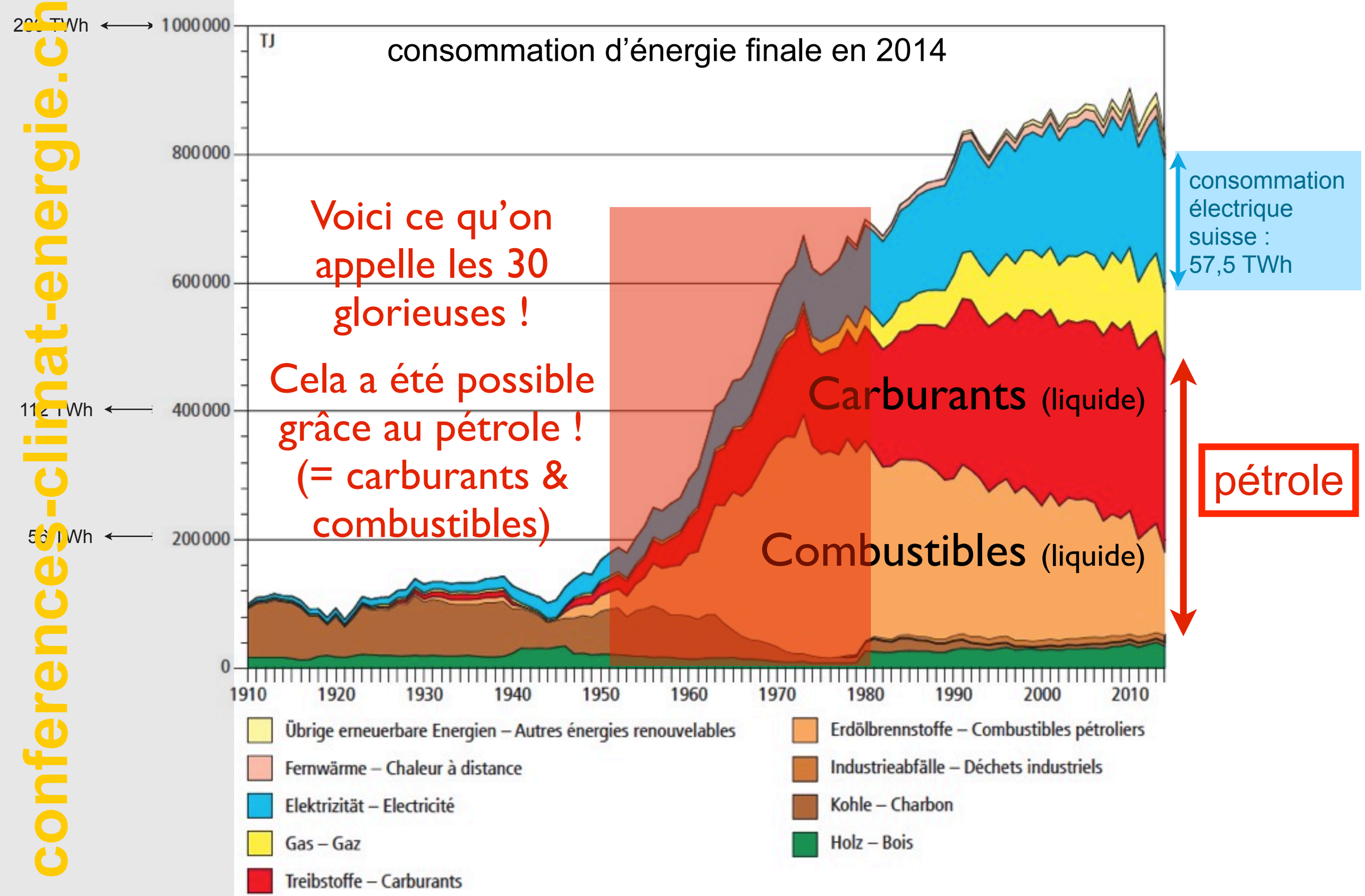
Figure 5-4. World net electricity generation from renewable power by fuel, 2012–40 (trillion kilowatthours)



https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2016).pdf

7. Evolution de la consommation d'énergie en Suisse

conferences-climat-energie.ch



http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/00631/?lang=fr&dossier_id=00763

8. Rappel au sujet de la stratégie énergétique 2050

conferences-climat-energie.ch

Nous avons voté en mai 2017

Production de l'électricité

Remplacer le nucléaire par du renouvelable :

© Chappatte 4 octobre 2011
www.globecartoon.com

Nous allons voter en 2018

Consommation d'énergie fossile

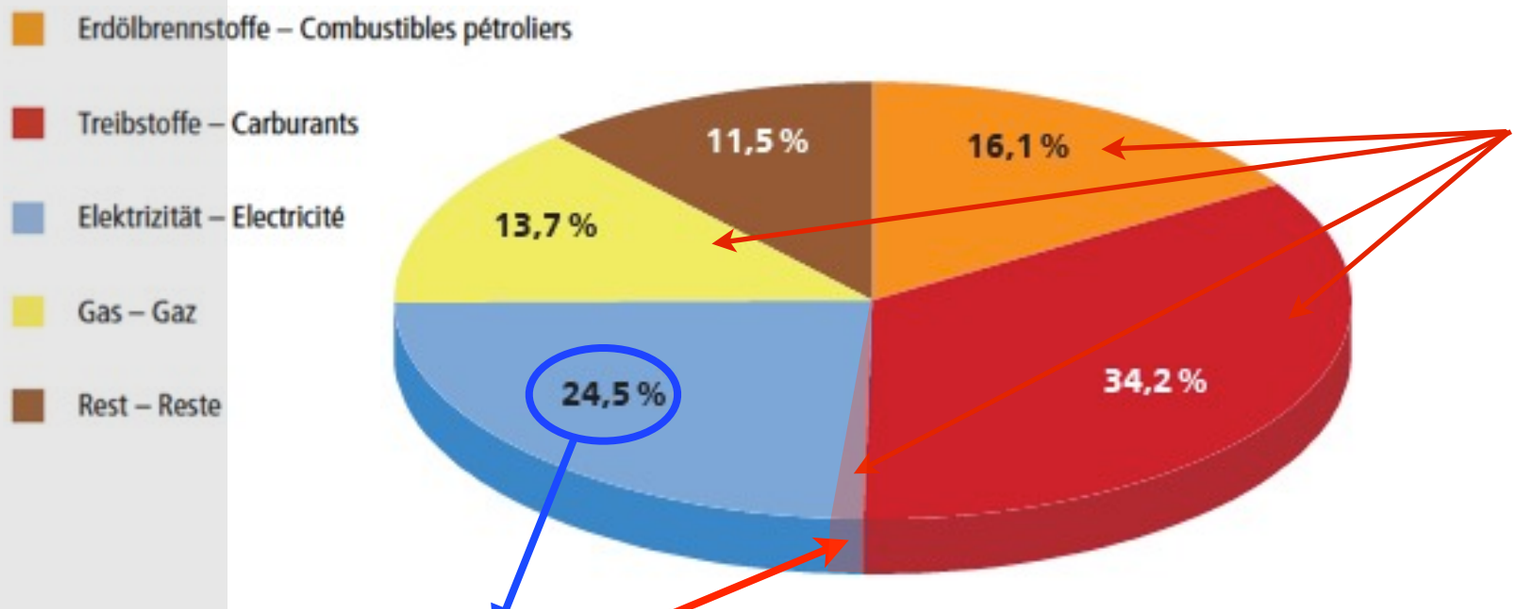
Diminuer nos rejets de CO_2 :

© Chappatte 28 septembre 2009
www.globecartoon.com

En Suisse : les 2 problèmes à résoudre (sous forme chiffrée)

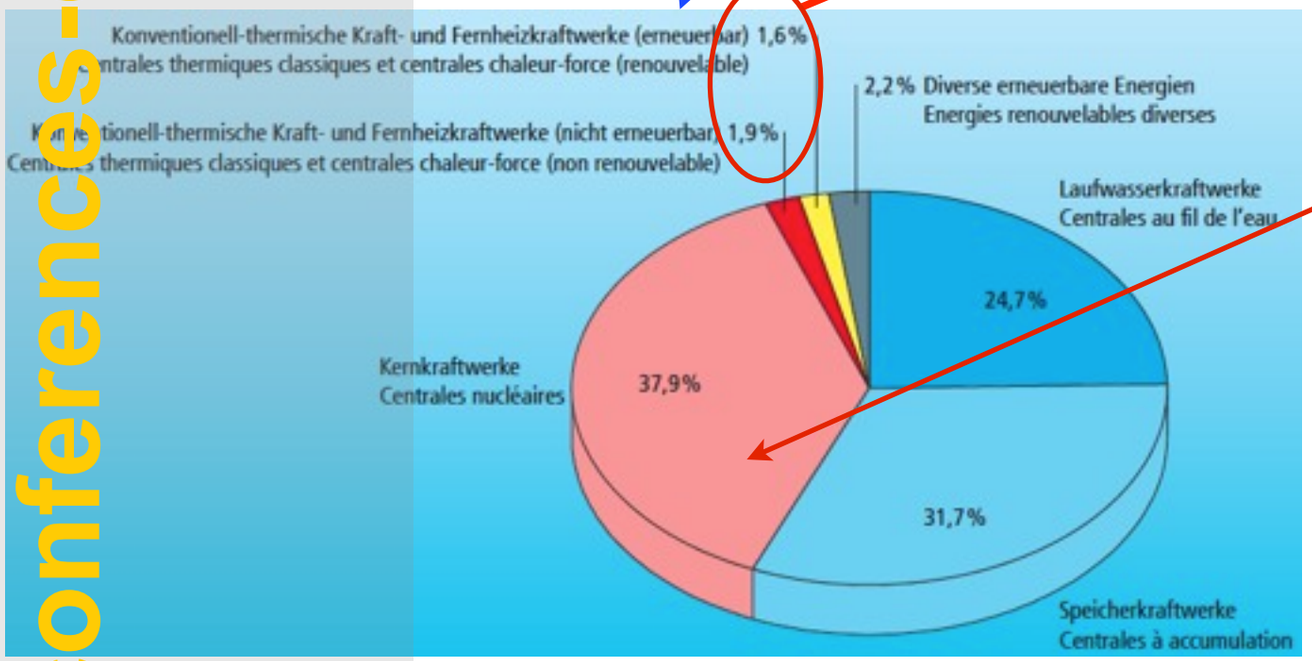
conferences-climat-energie.ch

Consommation d'énergie finale (2016) :



Le premier problème : 64,4 %

de toute notre consommation d'énergie **rejette un surplus de CO_2 dans l'atmosphère !**



Le deuxième problème : 37,9 %

de toute notre production d'électricité **génère de la radioactivité (déchets nucléaires)**

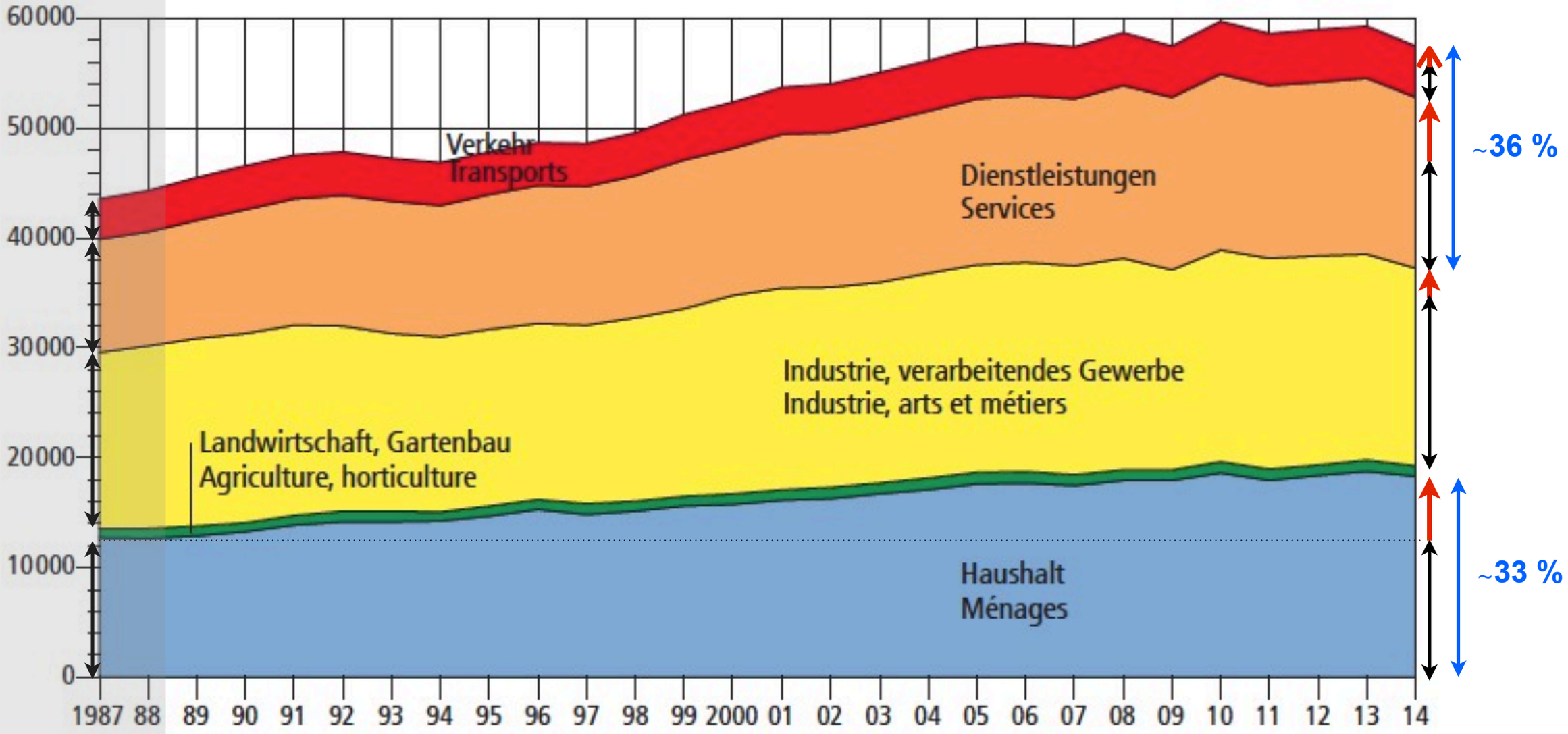
http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/00631/?lang=fr&dossier_id=00763

http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/00630/index.html?lang=de&dossier_id=00765

En Suisse : qui consomme de l’électricité ?

Consommation finale d’électricité en 2014 : 57’466 millions kWh

En 2014, la part des ménages représente environ 33 % du total !



Source du graphique : «Statistique suisse de l’électricité - 2014», publié par l’OFEN

http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/00630/index.html?lang=de&dossier_id=00765

conferences-climat-energie.ch

9. Les défis à relever dans la production d'électricité

conferences-climat-energie.ch

Défi n°1 : celui de l'arrêt de nos centrales nucléaires !

Beznau I et **Beznau II** (mise en service : 1969 et 1971)
Production en 2014 : 2,884 et 3,029 TWh)

http://www.tdg.ch/suisse/Axpo-va-investir-700-millions-dans-la-centrale-de-Beznau/story/13814184

Mühleberg (mise en service : 1972)
Production en 2014 : 3,027 TWh

http://www.ensi.ch/fr/2011/06/29/revision-annuelle-de-la-centrale-nucleaire-de-muehleberg-cinq-semaines-plus-tot-que-prevu/

Gösgen (mise en service : 1979)
Production en 2014 : 7,972 TWh

http://www.rts.ch/2011/03/23/18/08/3028977.image?w=534&h=301

Leibstadt (mise en service : 1984)
Production en 2014 : 9,458 TWh

http://www.rts.ch/2014/07/10/12/24/5993876.image?w=534&h=301

Les centrales de Beznau et de Gösgen ont aussi fourni de la chaleur au réseau régional Refuna de chauffage à distance, ainsi qu'à deux entreprises industrielles.

Production nucléaire suisse en 2014 : **26'370 millions kWh**

Potentiel 2050 de développement de la production électrique

www.mat-energie.ch
conferences-clim

Rénovation de centrales hydrauliques existantes et mise en service de nouvelles : ≈ **8’500 millions kWh**

Rénovation centrale Hagneck : 30 millions kWh

http://www.bielerseekraftwerke.ch/etapes-terminees-en-images.html

palier de Massongex : 100 millions kWh

http://www.lenouvelliste.ch/fr/services/courrier-lecteurs/3e-correction-du-rhone-alternative-hydro-electrique-643-410065

Nant de Drance : 2’500 millions kWh

http://www.alpiq.ch/fr/news-articles/medienmitteilungen/media_releases.jsp?news=tcm:114-95816&tag=Nant-de-Drance&taxid=8049&schema=52638

Couplage chaleur-force :

centrales industrielles, centrales à gaz, incinération déchets, méthane (stations d’épuration des eaux) …

≈ 2’000 millions kWh

= 40 centrales comme TRIDEL (**50 millions kWh**)

(ou 5 centrales à gaz comme Monthel **384 millions kWh**, mais rejets de CO_2 !)

http://www.cimo.ch/energie

Photovoltaïque

≈ 11’000 millions kWh

= 2’620 fois l’installation à Palexpo

http://www.palexpo.ch/newsletter/consultation/index_art.php?newsletterid=373

Petite hydraulique

≈ 1’600 millions kWh

= 800 fois l’installation de La Zour à Savièse

http://www.mhylab.com/petite-hydro.html

Biomasse (bois)

≈ 1’100 millions kWh

= 38 fois l’installation Enerbois SA à Rueyres

www.EnerBois.ch

Biogaz

≈ 1’400 millions kWh

= 560 fois l’installation à Lignerolle

http://www.agrogaz.ch

Eolien

≈ 4’200 millions kWh

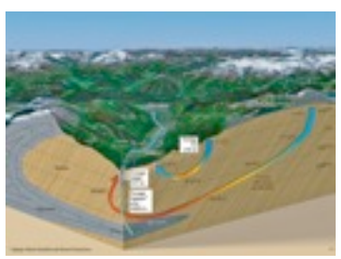
= 100 fois la production du parc de Mont-Crosin

http://www.arcinfo.ch/multimedia/images/img_traitees/2011/11/eoliennes_parc_de_mt_crosin_11_rle_zoom945.jpg

Géothermie

≈ 4’400 millions kWh

à titre de comparaison : production prévue à Lavey 4,5 millions kWh



http://www.leregional.ch/N32615/geothermie-a-lavey-le-bout-du-tunnel.html

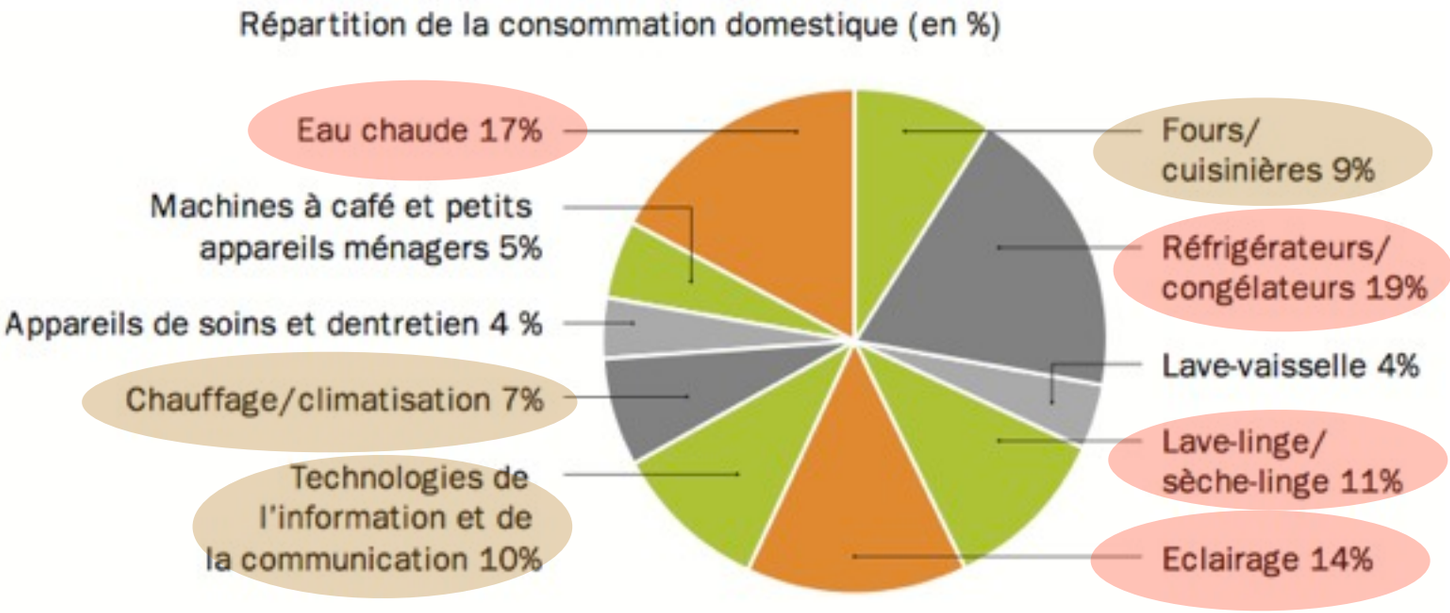
Total : **34’200 millions kWh** … tout ne sera pas réalisé : production nucléaire 2013 : 24’300 millions kWh !

Source : «**Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050**, Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000 – 2050», (p.235)
http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00527/index.html?lang=fr&dossier_id=05673

Les citoyennes et les citoyens ont aussi un rôle à jouer !

mat-energie.ch
conferences-cli

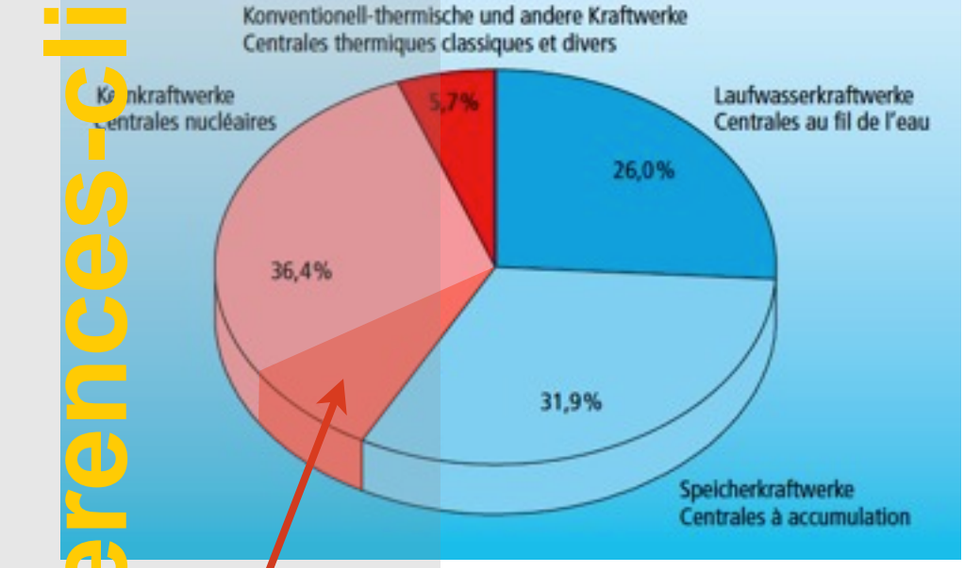
En Suisse, si chaque ménage diminuait sa consommation électrique d'un tiers, cela représenterait une économie d'environ 10 % de la consommation électrique (environ 6'000 millions kWh)



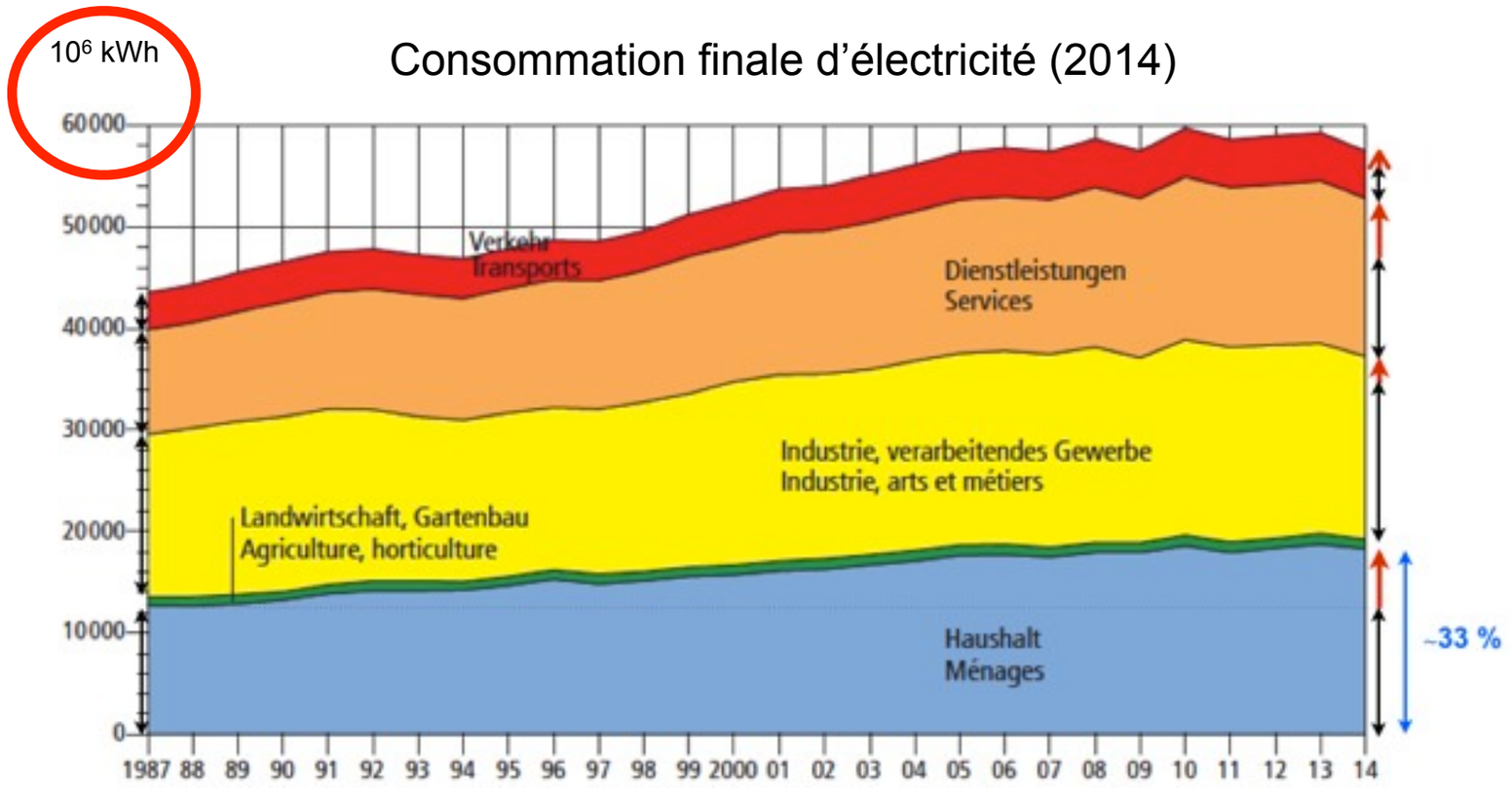
Graphique 6: Consommation d'électricité des ménages en Suisse (chauffages électriques et pompes à chaleur non compris) 2006

Source: Bulletin SEV/AES 4/06

http://www.strom.ch/uploads/media/AES_Prevision_06_f_01.pdf



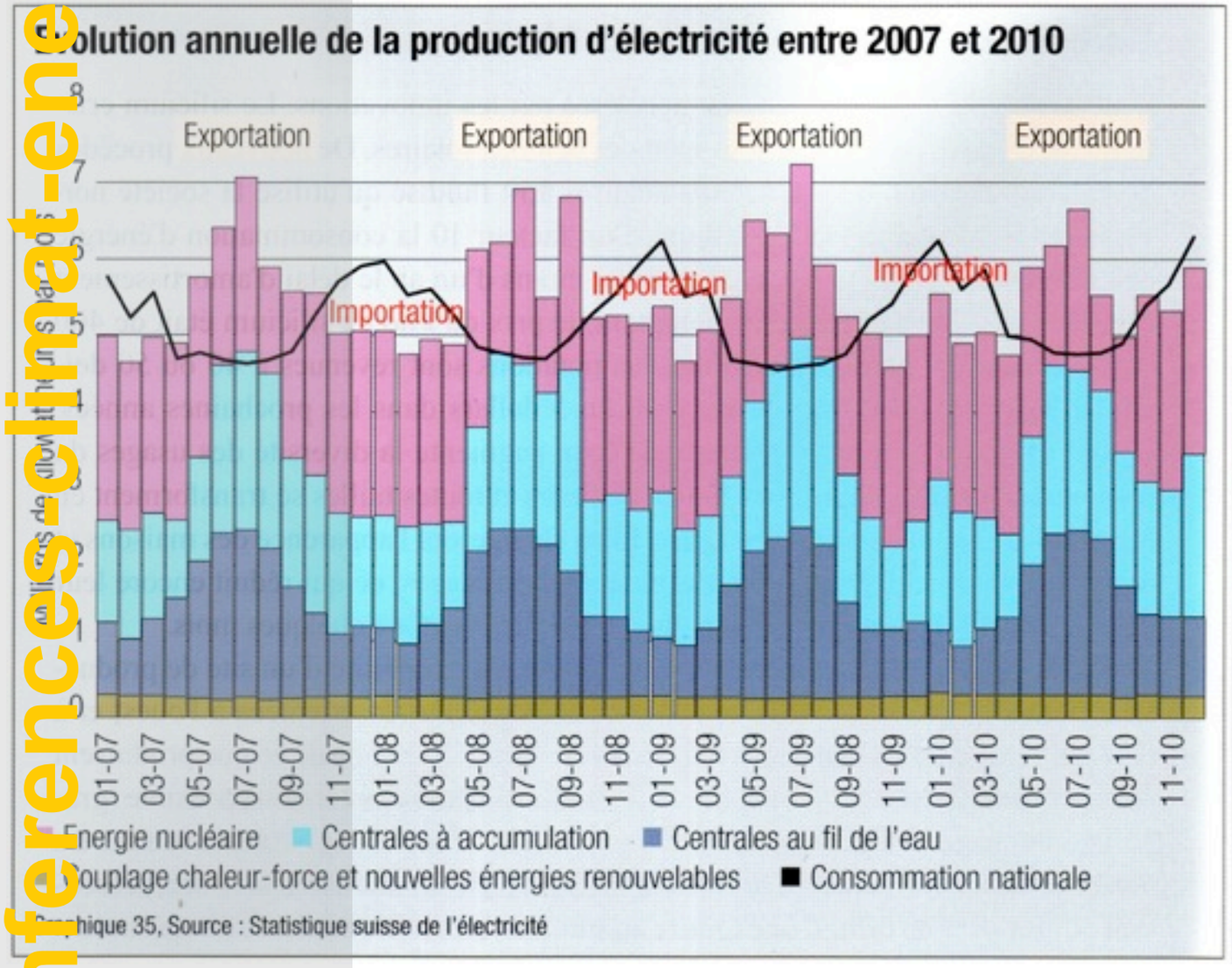
Economie ainsi réalisée : environ 1/4 de la totalité de la production nucléaire !



http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/00630/index.html?lang=de&dossier_id=00765

Défi n°2 : il faudra résoudre le problème du stockage saisonnier de l'électricité !

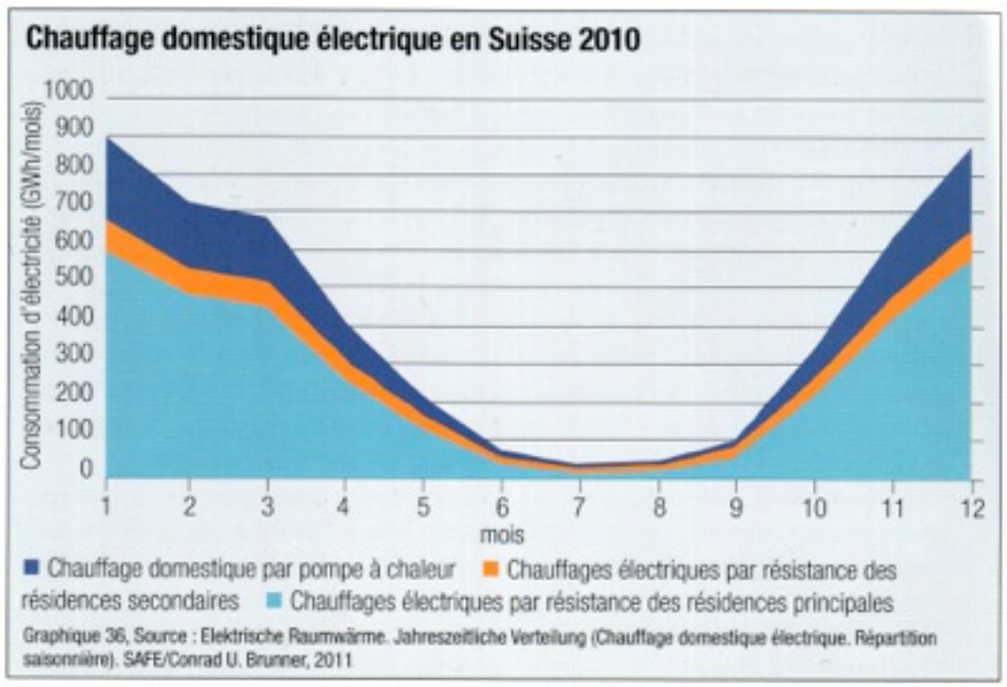
En effet, on produit trop d'électricité en été et on n'en produit pas assez en hiver !



Graphique 35, Source : Statistique suisse de l'électricité

Source : «100% renouvelable» de Rudolf Rechsteiner aux éditions Favre (page 50)

Remarque :
La consommation des chauffages électriques à résistance peut représenter jusqu'à 70% à 80% de la quantité de l'électricité importée !



Graphique 36, Source : Elektrische Raumwärme. Jahreszeitliche Verteilung (Chauffage domestique électrique. Répartition saisonnière). SAFE/Conrad U. Brunner, 2011

Les chauffages électriques et chauffe-eau absorbent environ 20 % de la consommation énergétique hivernale en Suisse. Ils pourraient être remplacés par des installations plus efficaces telles que chauffages à pellets, panneaux solaires et pompes à chaleur.

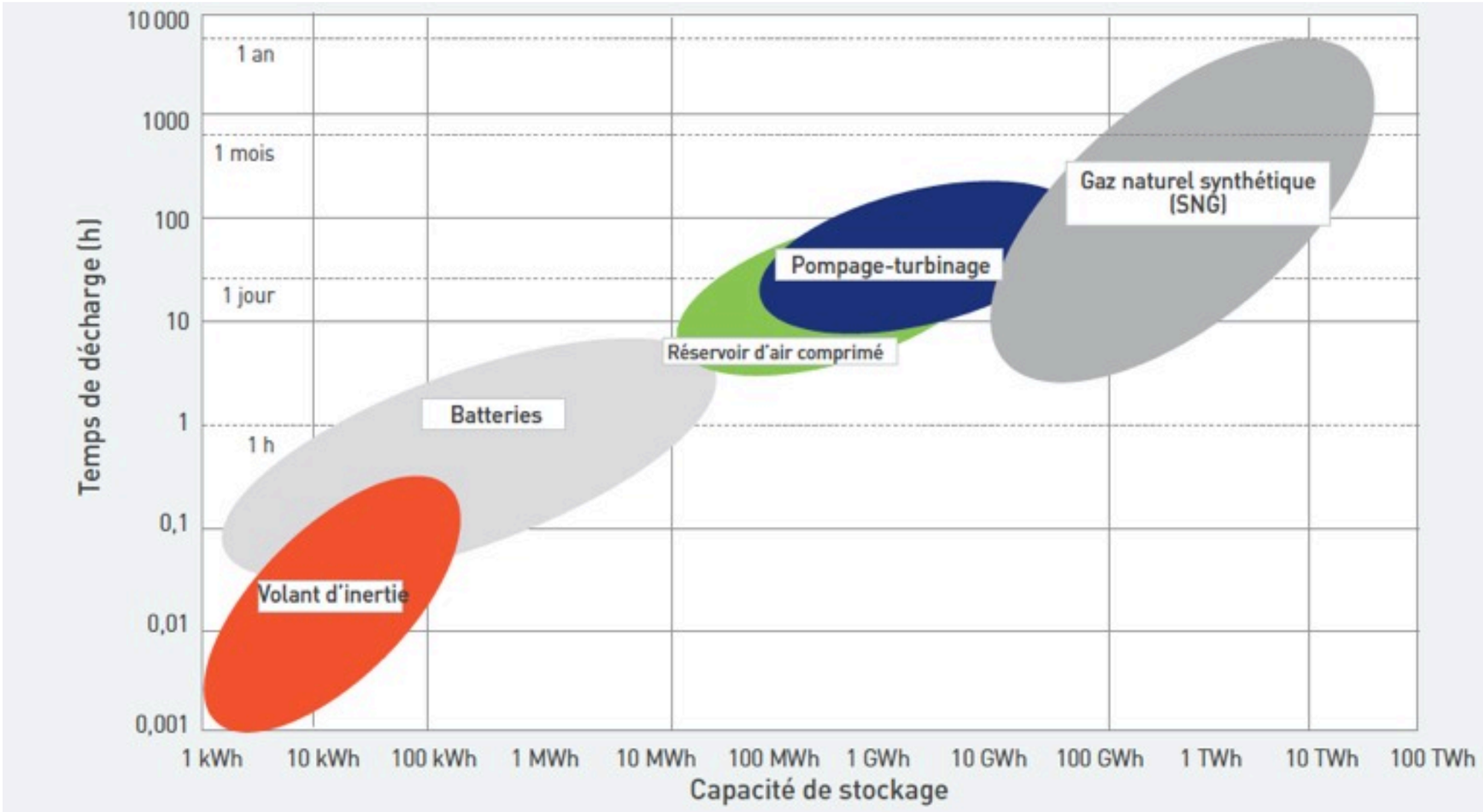
conferences-climat-energie.ch

Comment faire pour le stockage de l’électricité ?

conferences-climat-energie.ch

Où sont nos raccards à électricité !

photos J.-C. Keller



Graphique : Centre de recherche du Bade-Wurtemberg pour l’énergie solaire et l’hydrogène, ZSW

«Réseaux et accumulateurs intelligents, Les réseaux d’énergie se rapprochent», publication de l’AEE
http://www.aeesuisse.ch/fr/publications/reseaux-et-accumulateurs-intelligents/

conferences-climat-energie.ch

Stockage de l'électricité, exemple 1 : grâce aux stations de «pompage - turbinage» (ou STEP)

STEP : Station de Transfert d'Energie par Pompage

L'exemple du projet Nant de Dranse qui utilise les 2 lacs de retenue, celui du Vieux Emosson (2'225 m d'altitude) et celui d'Emosson (1'939 m d'altitude).

Il faut «remonter» environ 10 m^3 d'eau dans cette installation, pour stocker l'équivalent d'un litre de pétrole !

http://www.alpiq.ch/fr/news-articles/medienmitteilungen/media_releases.jsp?news=tcm:114-95816&tag=Nant-de-Drance&taxid=8049&schema=52638

Puissance : 900 MW Production : jusqu'à 2'500 millions kWh par année.

Dénivellation utile : entre 300 et 400 m Volume bassin supérieur : 25 10^6 m^3

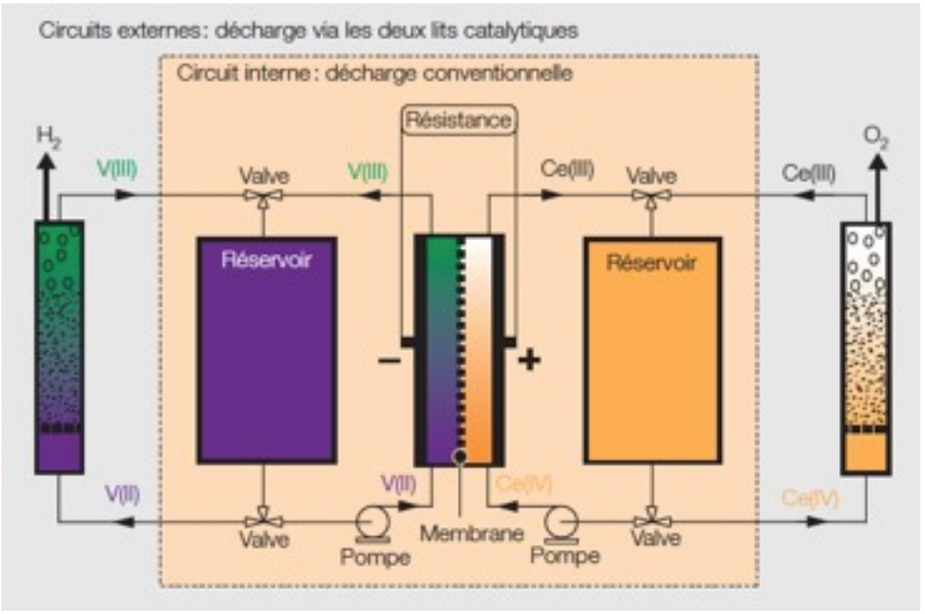
Photos Jean-Pierre Franck

www.climat-energie.ch
conferences-climat

Stockage de l'électricité, exemple 2 : sous forme chimique avec production d'hydrogène

A Martigny, l'exemple d'une batterie au **vanadium**, couplée à un réacteur à hydrogène.

Un projet de l'EPFL et du CREM



http://www.bulletin-online.ch/uploads/media/1210_Seite_035-039.pdf

2'30"

http://actu.epfl.ch/news/au-cur-des-stations-services-de-demain/

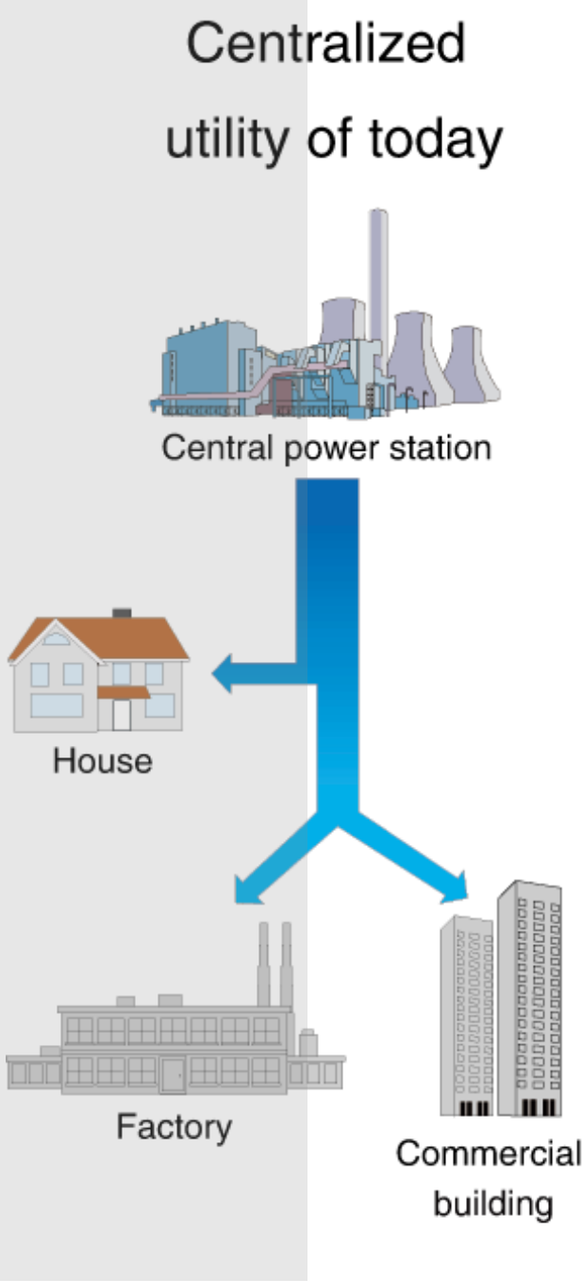
Défi n°3 : il faudra adapter notre réseau électrique !

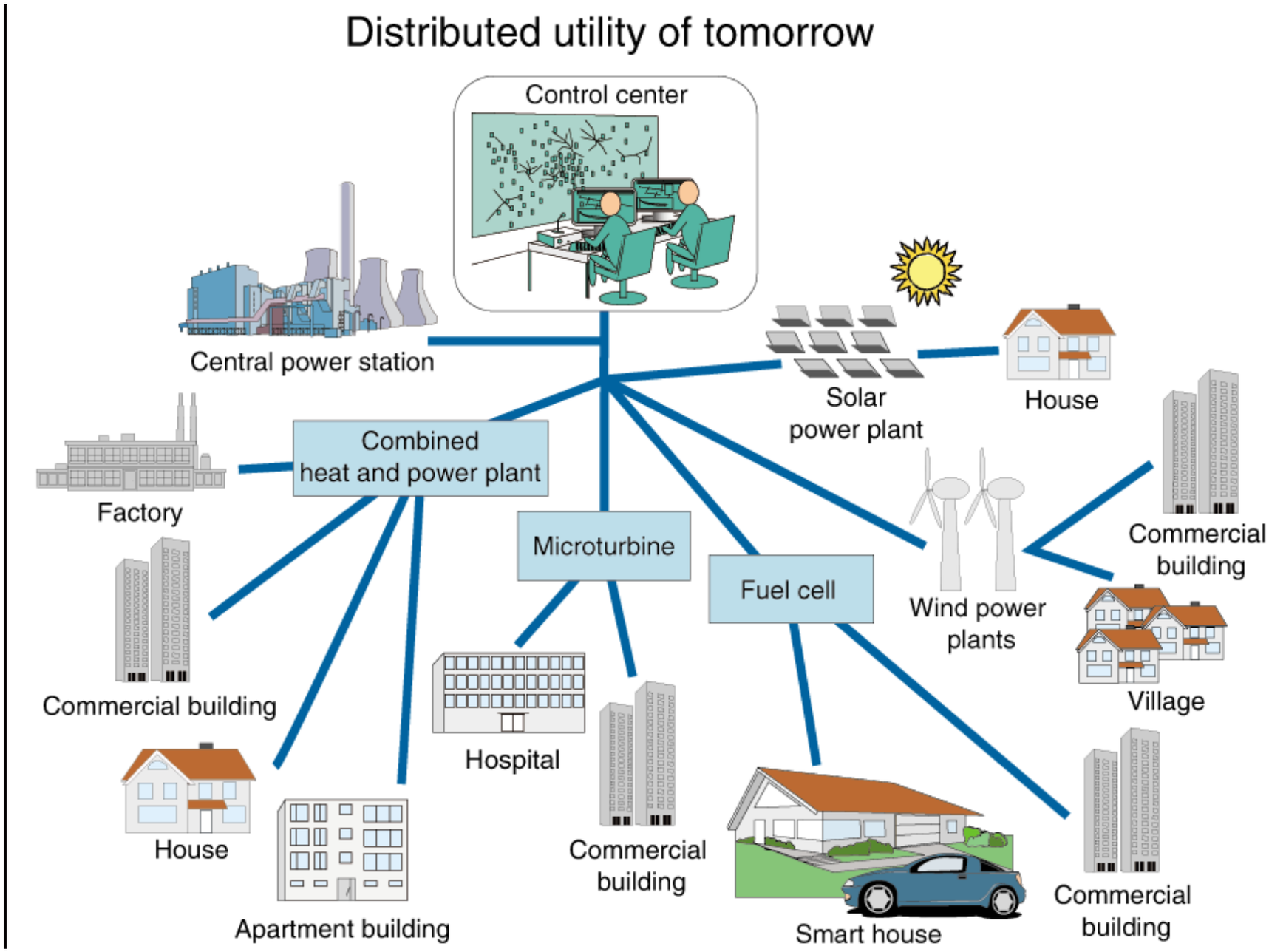
Le schéma qui figure ci-dessous a été mis à ma disposition par le professeur A. Rufer

Laboratoire d'électronique industrielle

ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Il faudra passer du système électrique actuel «production centralisée et consommation décentralisée» à un système de type «production / stockage /consommation» en grande partie décentralisé et combiné avec d'autres réseaux (chaleur et gaz) !

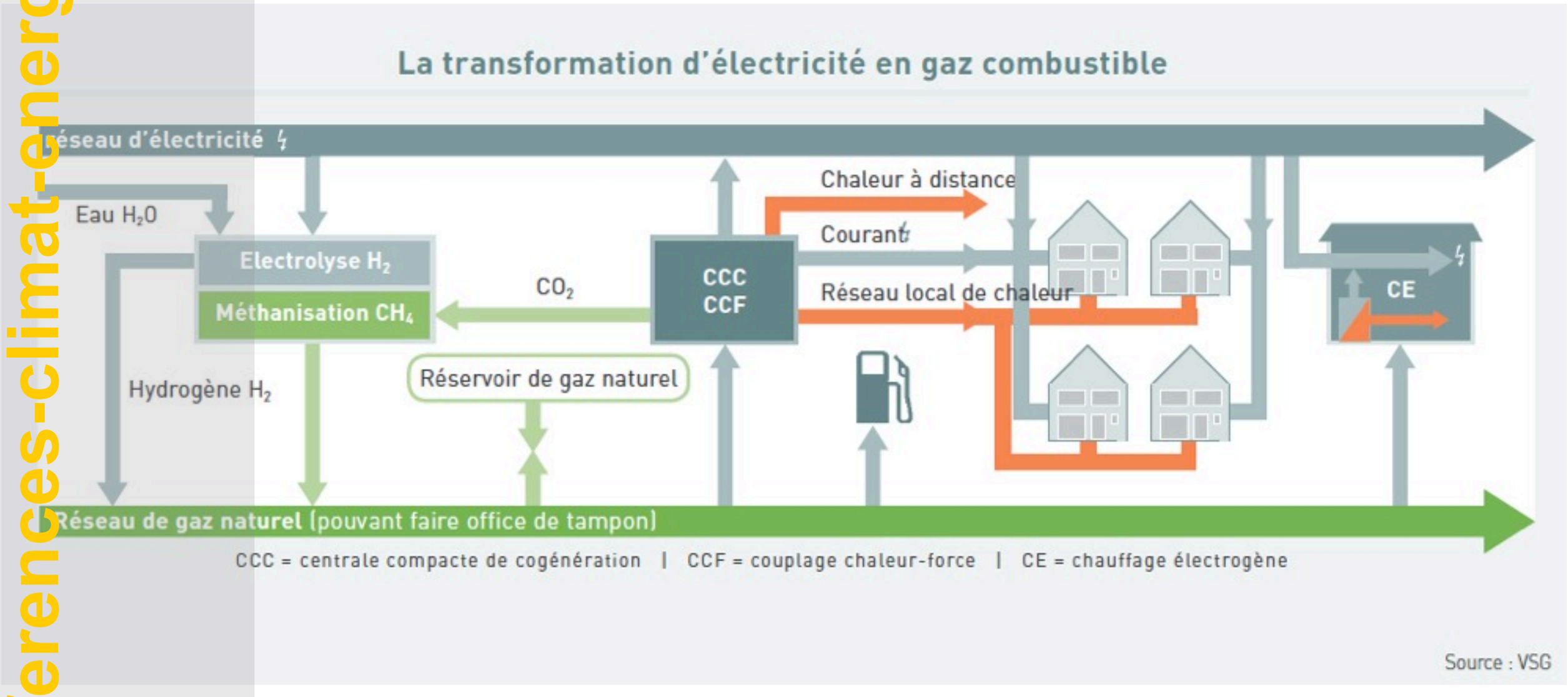




conferences-climat-energie.ch

conferences-climat-energie.ch

Défi n°4 : il faut développer une synergie entre le réseau électrique et celui du gaz naturel

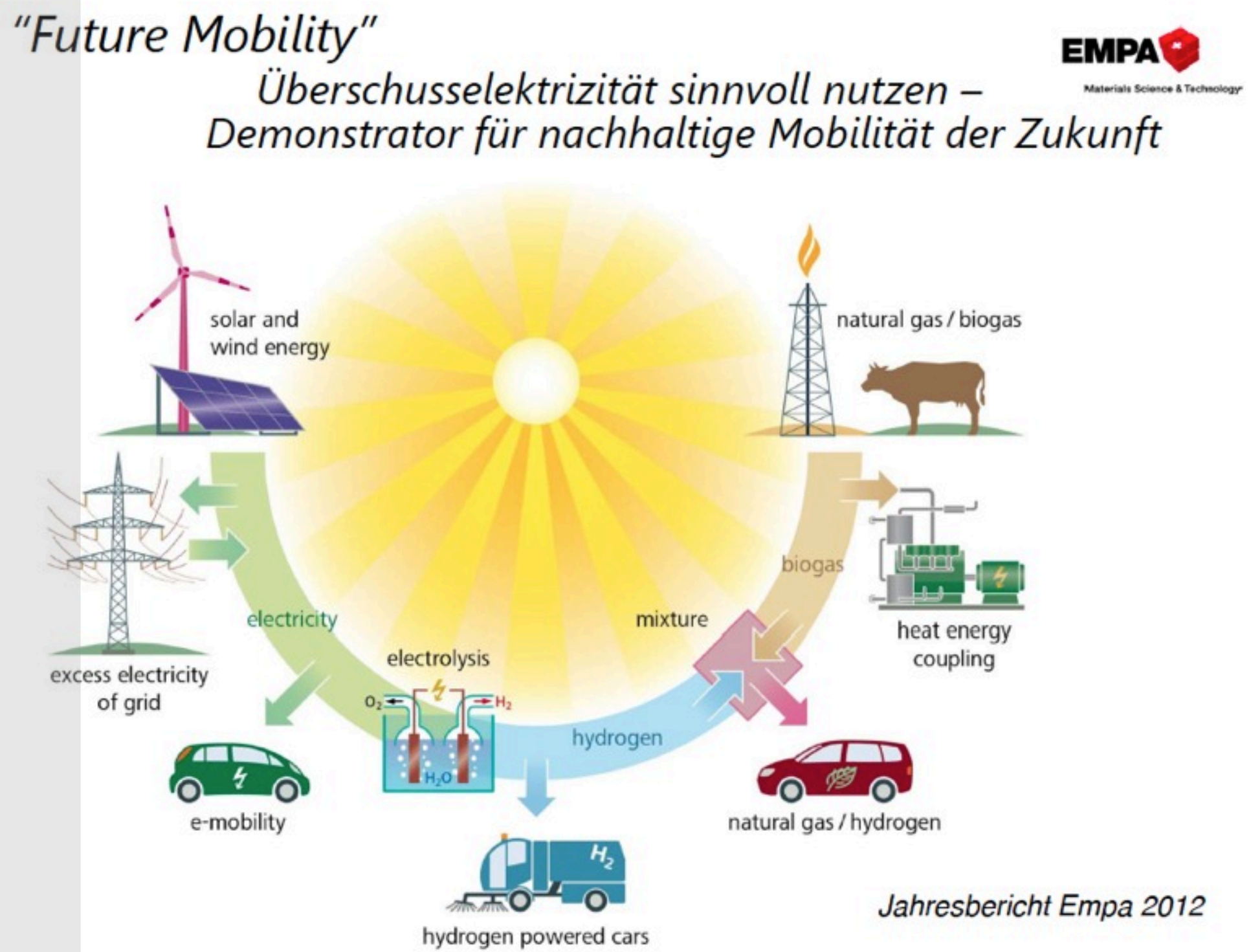


«Réseaux et accumulateurs intelligents, Les réseaux d'énergie se rapprochent», publication de l'AEE
http://www.aeesuisse.ch/fr/publications/reseaux-et-accumulateurs-intelligents/

L’interconnexion des réseaux s’étudie à l’EMPA !

conferences-climat-energie.ch

À l’EMPA - Swiss Federal Laboratories for Materials Science & Technology,
un projet «Future Mobility Demonstrator» est développé.



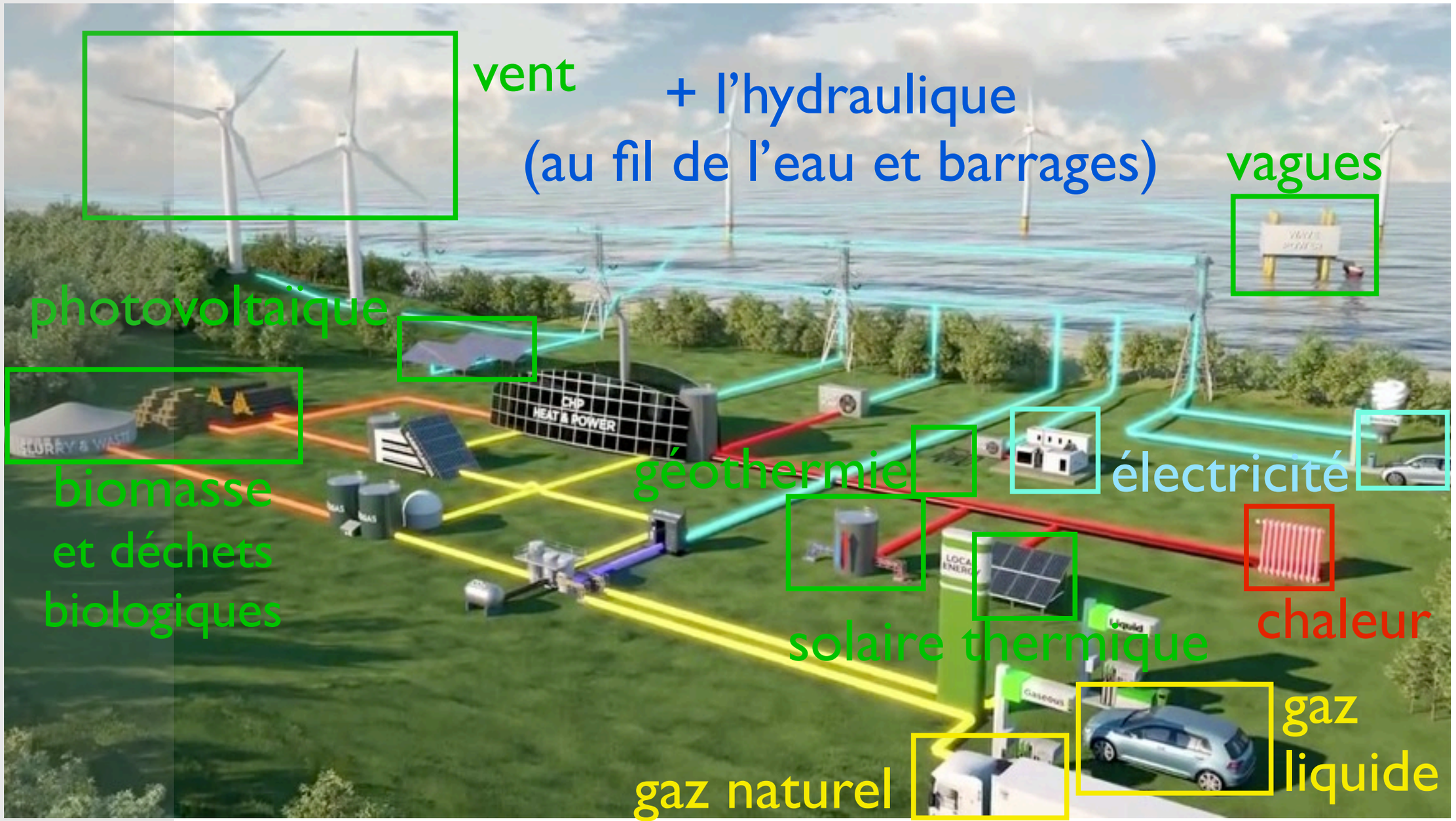
http://www.svut.ch/up/files/140326_Buchmann.pdf

Les Danois mettent sur pied un «Smart Energy System»

conferences-climat-energie.ch

Intégration des différentes énergies renouvelables dans un système permettant de satisfaire les besoins énergétiques de la population :

nous disposons de ressources : nous avons des besoins :



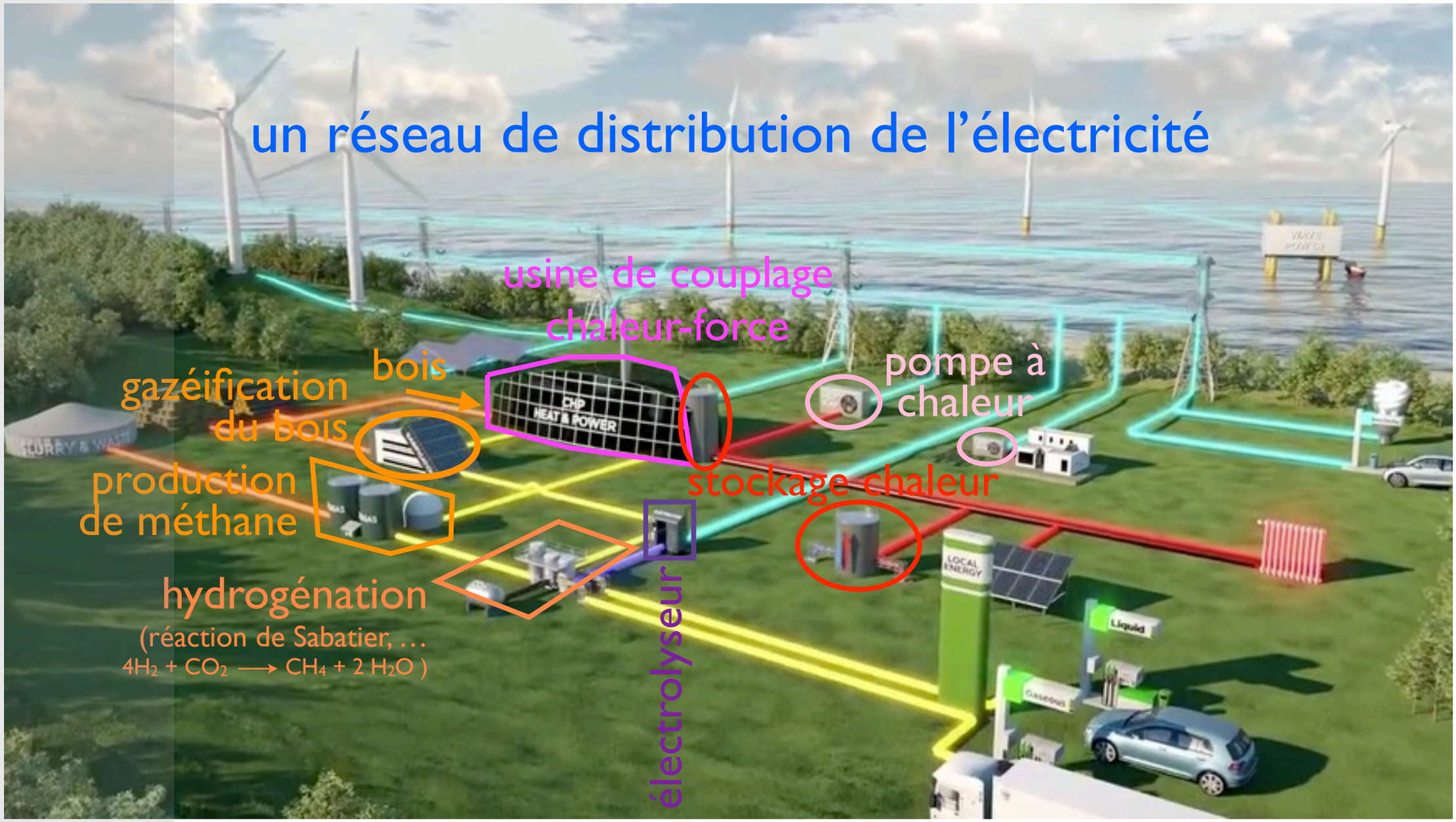
Source de l'image : document produit par Blue Planet Innovation avec le support de Vækstforum Nordjylland Plan Danemark
http://www.energyplan.eu/smartenergysystems/

conferences-climat-energie.ch

Les Danois mettent sur pied un «Smart Energy System»

Intégration des différentes énergies renouvelables dans un système permettant de satisfaire les besoins énergétiques de la population :

Pour répondre aux besoins, il faut des réseaux, des machines, …



Source de l'image : document produit par Blue Planet Innovation avec le support de Vækstforum Nordjylland Plan Danemark
http://www.energyplan.eu/smartenergysystems/

10. Sobriété et efficacité font partie de la solution

Il faut s'interroger sérieusement sur nos besoins !

Pour la consommation d'électricité, la nouvelle loi sur l'énergie (Art. 3), votée en mai 2017 prévoit une réduction par rapport au niveau de l'an 2000 :

de 3% d'ici à 2020 et de 13% d'ici à 2035.

Pour la consommation d'énergie moyenne par personne et par année, la nouvelle loi sur l'énergie (Art. 3) prévoit une réduction par rapport au niveau de l'an 2000 :

de 16% d'ici à 2020 et de 43% d'ici à 2035.

conferences-climat-energie.ch

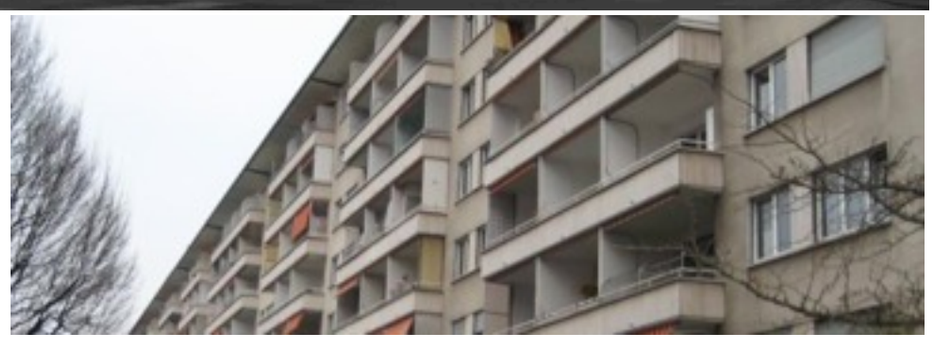
Efficacité énergétique : rénovation des anciens bâtiments !

conferences-climat-energie.ch

La rénovation à la norme Minergie-P de 2 grands immeubles des années 50 à Genève («La Cigale») :

- Grosse réduction des besoins énergétiques suite à l'assainissement (avant : 5'509'710 kWh par an après : 1'069'644 kWh par an)
- Chauffage avec une installation solaire (554'771 kWh par an) et complément au gaz (514'873 kWh par an)
- 1'670 m^2 panneaux solaires thermiques non vitrés sélectifs
- Stockage de chaleur par chaleur latente (30m^3 de glace, correspond à 2'017 kWh) + pompe à chaleur

AVANT-APRES Un an de travaux aura suffi à faire des deux bâtiments de la coopérative d'habitation La Cigale une construction certifiée Minergie-P.



http://www.youtube.com/watch?v=TQNobX4JyTs

Efficacité et sobriété : des maisons autosuffisantes en énergie !

(construire en intégrant les techniques solaires)

www.climat-energie.ch
conférences-climat

Premier immeuble autosuffisant en énergie en construction en Suisse

22.01.2015 15:11

Les locataires devraient pouvoir emménager en 2016 dans le bâtiment prévu dans une commune proche de Winterthur. [Image de synthèse - Umwelt Arena Spreitenbach]

Le projet d'un bâtiment fonctionnant à l'énergie solaire et utilisant des piles à combustible pour éviter le recours au mazout a été présenté près de Winterthour (ZH).

Le soleil comme seule source d'énergie et une pompe à chaleur pour assurer le chauffage: un immeuble de neuf appartements sans apport externe d'électricité, de gaz ou de mazout est en construction à Brütten (ZH). Une première mondiale, selon ses promoteurs.

www.[illegible].ch/info/regions/autres-cantons/6480187-premier-immeuble-autosuffisant-en-energie-en-construction-en-suisse.html

Accumulateur par batterie de 152 kWh pour 2 à 4 jours d'autonomie

http://helion-solar.ch/downloads/aktuelles_fr/151221_batterie-solaire-du-premier-immeuble-autonome_helion-solar-fr.pdf

Accumulateur à hydrogène pour 2 à 3 mois d'autonomie

07 avril 2016 07:59; *Act: 10.04.2016 22:11*

http://www.20min.ch/ro/news/energy-challenge/story/13848847

conferences-climat-energie.ch

Sobriété et efficacité appliquée à la mobilité !

Efficacité : motorisation électrique alimentée avec de l'électricité renouvelable
Sobriété : acheter des voitures petites et légères

Il serait donc raisonnable de réserver la motorisation électrique à de petites voitures légères (ainsi on a besoin de beaucoup moins de batteries à bord !).

Fiat 500 :
poids à vide
470 kg !

Tesla model S:
poids à vide
2'100 kg
dont 470 kg de
batteries pour le
modèle 70 kWh !!

Sobriété et efficacité appliquée à la mobilité !

Efficace et sobre, un véhicule de 40 kg pour déplacer une personne grâce à l'énergie solaire avec un appoint musculaire !

photos J.-C. Keller

conferences-climat-energie.ch

conferences-climat-energie.ch

**« Nous vivons une époque aux défis extraordinaires -
une époque où nous avons appris à marcher sur la lune, mais pas encore à marcher sur la Terre »**

William S. Becker
Colorado Energy Research Institute at the Colorado School of Mines

Merci pour votre attention !

**«Il y a une faille dans toute chose,
c'est par là qu'entre la lumière !»**

Anthem de Leonard Cohen

« Lever de Terre » observé depuis une orbite lunaire,
photographié le 29/12/68 par Apollo 8, NASA